



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil.

**DISEÑO DEL EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO, SAN
FRANCISCO EL ALTO, TOTONICAPÁN**

Alberto Alejandro Tizol García

Asesorado por el Ing. Silvio Rodríguez Serrano

Guatemala, mayo de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE
MAYOREO, SAN FRANCISCO EL ALTO, TOTONICAPÁN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCÍA

ASESORADO POR EL ING. SILVIO RODRÍGUEZ SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MAYO DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jorgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Núñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

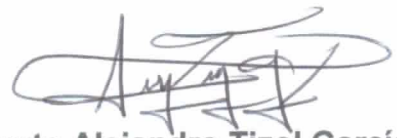
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADORA	Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
EXAMINADORA	Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DEL EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO, SAN FRANCISCO EL ALTO, TOTONICAPÁN

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha 26 de julio de 2013.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Alberto Tizol', with stylized loops and flourishes.

Alberto Alejandro Tizol García



Guatemala, 10 de agosto de 2016
REF.EPS.DOC.525.08.16

Inga. Christa Classon de Pinto
Directora
Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Alberto Alejandro Tizol García** con carné No. **200915545**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO, SAN FRANCISCO EL ALTO, TOTONICAPÁN.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo
SJRS/ra



Guatemala,
013 de febrero de 2017

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

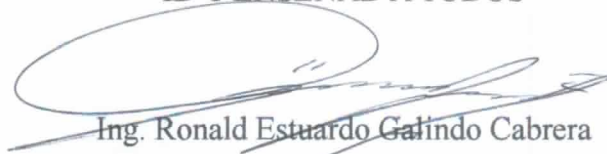
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DEL EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO, SAN FRANCISCO EL ALTO, TOTONICAPÁN desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Alberto Alejandro Tizol García, con Carnet No. 200915545, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/mrrm.





Guatemala, 06 de marzo de 2017

Ref.EPS.D.71.02.17

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

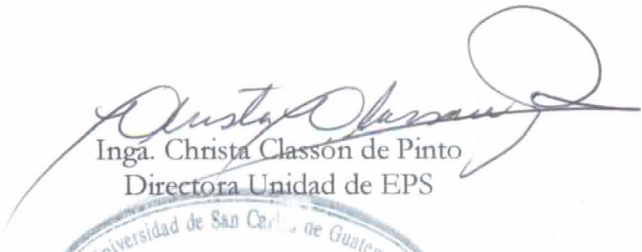
Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO, SAN FRANCISCO EL ALTO, TOTONICAPÁN**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Alberto Alejandro Tizol García, Registro Académico 200915545 y CUI 2616 77500 0101**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor-Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classón de Pinto
Directora Unidad de EPS

CCdP/ra





El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Silvio José Rodríguez Serrano y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante Alberto Alejandro Tizol García titulado **DISEÑO DEL EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO, SAN FRANCISCO EL ALTO, TOTONICAPÁN** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, mayo 2017.

/mrrm.





DTG. 212.2017

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO, SAN FRANCISCO EL ALTO, TOTONICAPÁN**, presentado por el estudiante universitario: **Alberto Alejandro Tizol García**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, mayo de 2017

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser fuente de fortaleza y sabiduría para el desarrollo de mi vida profesional y personal.
Mis padres	Alberto Tizol Cahuex y Alejandra García García. Por su amor y apoyo incondicional y ser el mayor ejemplo de superación personal.
Mis hermanos	Irene Marisol Tizol García y Carlos Andrés Tizol García. Por su apoyo, comprensión y amor.
Mis tíos	Ricardo Tizol Cahuex y Petrona Relac. Por su apoyo incondicional en la etapa final de mi carrera.
Mis abuelos	Obispo Tizol Vicente y Marta Reginalda Cahuex. Por sus buenos consejos y ejemplos.
Mis amigos	Porque con ellos compartí los mejores años de mi carrera.
Mi familia	Por la ayuda y cariño que me han brindado durante mi carrera.
María José García Tizol	Por ser una luz en el momento más difícil de mi vida y ser una gran amiga.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por ser fuente de sabiduría y permitirme alcanzar este logro a nivel profesional y personal.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la casa de estudios que me permitió profesionalizarme en el área de la ingeniería civil.
Facultad de Ingeniería	Por ser la institución académica que me formó en el área de la ingeniería civil.
Mis amigos de la Facultad	Por su apoyo incondicional por su cariño y por estar siempre en los momentos difíciles.
Mis padres	Por ser la fuente de inspiración y apoyo.
Mi familia	Por estar ahí siempre en los momentos de éxito y fracaso durante mi carrera
Luis Garnica López	Por ser un gran compañero y amigo durante mi carrera.
Municipalidad de San Francisco El Alto	Por permitirme realizar mi práctica profesional supervisada en su institución.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XXIII
OBJETIVOS.....	XXV
INTRODUCCIÓN	XXVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía del lugar.....	1
1.2. Características físicas y descripción general del proyecto	2
1.2.1. Ubicación y localización.....	2
1.2.2. Colindancias	2
1.2.3. Topografía	2
1.2.4. Clima	3
1.2.5. Tipo de vivienda y actividad económica	3
1.2.6. Población y demografía	4
1.3. Características de infraestructura.....	6
1.3.1. Vías de acceso	6
1.3.2. Servicios públicos	7
1.3.2.1. Salud	7
1.3.2.2. Educación.....	7
1.3.2.3. Energía eléctrica.....	8
1.3.2.4. Agua potable.....	8
1.4. Características físicas socio-económicas	9
1.4.1. Actividad económica.....	9

1.4.2.	Idioma y religión	10
1.5.	Descripción de necesidades	10
1.6.	Evaluación y priorización de necesidades.....	11
2.	FASE EL SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.....	13
2.1.	Edificio de la Central de Mayoreo de San Francisco El Alto	13
2.1.1.	Descripción de proyecto	13
2.2.	Estudio de suelos	13
2.3.	Diseño estructural	15
2.3.1.	Estructuración	15
2.3.1.1.	Selección del sistema estructural a utilizar	15
2.3.1.2.	Diseño arquitectónico	16
2.3.1.3.	Requerimiento de áreas	16
2.3.1.4.	Distribución de espacios.....	17
2.3.1.5.	Alturas y cotas.....	17
2.3.2.	Análisis estructural	17
2.3.2.1.	Pre-dimensionamiento estructural.....	18
2.3.2.2.	Modelos matemáticos de marcos dúctiles	21
2.3.2.3.	Cargas verticales y horizontales a marcos dúctiles	23
2.3.2.4.	Análisis estructural por método numérico Kanni y software SAP2000 ...	69
2.3.2.5.	Comparación de resultados.....	111
2.3.2.6.	Momentos últimos para envolventes de momentos.....	115
2.3.2.7.	Diagramas de corte y momento	117
2.3.3.	Dimensionamiento.....	122

2.3.3.1.	Diseño de losas	122
2.3.3.2.	Diseño de vigas	127
2.3.3.3.	Diseño de columnas	139
2.3.3.4.	Diseño de cimientos	156
2.4.	Instalaciones.....	164
2.4.1.	Instalaciones eléctricas.....	164
2.4.2.	Instalaciones hidráulicas.....	165
2.4.3.	Instalaciones sanitarias	166
2.5.	Evaluación de impacto ambiental	168
2.6.	Planos constructivos.....	172
2.7.	Presupuesto	173
CONCLUSIONES		177
RECOMENDACIONES		179
BIBLIOGRAFÍA.....		181
APÉNDICES		183
ANEXOS.....		193

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de San Francisco El Alto	1
2.	Población total.....	4
3.	Población área urbana y rural	5
4.	Población área urbana y rural	5
5.	Planta típica Módulo 1, edificio para central de mayoreo	18
6.	Planta típica, edificio para central de mayoreo.....	21
7.	Marcos típicos dúctiles, dirección Y	22
8.	Marcos típicos dúctiles, dirección X	22
9.	Planta típica nivel 1	24
10.	Planta típica nivel 2	25
11.	Planta típica nivel 3	26
12.	Planta típica cubierta metálica, nivel 4	27
13.	Cargas verticales (Kg/m) en marco E, dirección Y	30
14.	Ubicación de centro de rigidez, centro de masa y excentricidad de diseño en el nivel 1.....	59
15.	Ubicación de centro de rigidez, centro de masa y excentricidad de diseño en el nivel 2.....	60
16.	Ubicación de centro de rigidez, centro de masa y excentricidad de diseño en el nivel 3.....	61
17.	Ubicación de centro de rigidez, centro de masa y excentricidad de diseño en el nivel 4.....	62
18.	Cargas horizontales marco E, dirección Y	68
19.	Diagrama de momentos en vigas (Kg-m), Carga muerta en marco E..	85

20.	Diagrama de momentos en columnas (Kg-m), Carga muerta en marco E	86
21.	Diagrama de momentos en vigas (Kg-m), Carga viva en marco E	87
22.	Diagrama de momentos en columnas (Kg-m), Carga viva en el marco E	88
23.	Diagrama de momentos en vigas (Kg-m), Carga sísmica en el marco E	97
24.	Diagrama de momentos en columnas (Kg-m), Carga sísmica en el marco E	98
25.	Ventana <i>2D Frames</i>	99
26.	Ventana <i>Define Grids System Data</i>	100
27.	Ventana <i>Frame Section Property</i>	101
28.	Ventana <i>Frame Distributed Loads</i>	102
29.	Ventana <i>Joint Forces</i>	103
30.	Ventana <i>Frame Distributed Loads</i>	104
31.	Diagrama de momentos Sap2000 en vigas (Kg-m), Carga muerta en marco E	105
32.	Diagrama de momentos Sap2000 en columnas (Kg-m), Carga muerta en el marco E.....	106
33.	Diagrama de momentos Sap2000 en vigas (Kg-m), Carga viva en el marco E	107
34.	Diagrama de momentos Sap2000 en columnas (Kg-m), Carga viva en el marco E.....	108
35.	Diagrama de momentos Sap2000 en vigas (Kg-m), Carga sísmica en el marco E.....	109
36.	Diagrama de momentos Sap2000 en columnas (Kg-m), Carga sísmica en el marco E.....	110
37.	Diagrama de momentos últimos en vigas (Kg-m), marco E.....	117
38.	Diagrama de momentos últimos en columnas (Kg-m), marco E.....	118

39.	Diagrama de cortes últimos en vigas (Kg), marco E	120
40.	Diagrama de cortes últimos en columnas (Kg), marco E	121
41.	Rango de uso de viguetas con molde LK.....	126
42.	Diagrama de envolvente de momentos viga BI (Kg-m), marco E.....	129
43.	Diagrama de corte último en viga BI (Kg), marco E	130
44.	Armado de viga según capítulo 21 de ACI 318-11, cama superior	133
45.	Armado de viga según capítulo 21 de ACI 318-11, cama superior	134
46.	Armado de viga, acero longitudinal	135
47.	Armado de viga, acero transversal.....	138
48.	Sección A y B.....	138
49.	Ubicación de columna a diseñar, Nivel 1	140
50.	Ubicación de columna en sección.....	143
51.	Armado de columna tipo 1	154
52.	Confinamiento de columna.....	155

TABLAS

I.	Peso de elementos de losa prefabricada	20
II.	Peso de primer nivel debido a carga muerta.....	32
III.	Peso de segundo nivel debido a carga muerta	33
IV.	Peso de tercer nivel debido a carga muerta.....	34
V.	Peso cuarto nivel debido a carga muerta	35
VI.	Peso de nivel por la altura sobre la base hasta el nivel	41
VII.	Cálculo de centro de rigidez en eje X, nivel 4	43
VIII.	Cálculo de centro de rigidez en eje Y, nivel 4	44
IX.	Cálculo de centro de rigidez en eje X, nivel 3	45
X.	Calculo de centro de rigidez en eje Y, nivel 3	46
XI.	Calculo de centro de rigidez en eje X, nivel 2	47
XII.	Cálculo de centro de rigidez en eje Y, nivel 2	47

XIII.	Cálculo de centro de rigidez en eje X, nivel 1	48
XIV.	Cálculo de rigidez en eje Y, nivel 1	49
XV.	Cálculo de centro de masa en eje X, nivel 4	50
XVI.	Cálculo de centro de masa en eje Y, nivel 4	51
XVII.	Cálculo de centro de masa en eje X, nivel 3	52
XVIII.	Cálculo de centro de masa en eje Y, nivel 3	53
XIX.	Cálculo centro de masa en eje X, nivel 2	54
XX.	Cálculo de centro de masa en eje Y, nivel 2	55
XXI.	Excentricidades de diseño para cada nivel en X	58
XXII.	Excentricidades de diseño para cada nivel en Y	58
XXIII.	Distribución de fuerzas por marco para nivel 4, eje X	64
XXIV.	Distribución de fuerzas por marco para nivel 4, eje Y	65
XXV.	Distribución de fuerzas por marco para nivel 3, eje X	65
XXVI.	Distribución de fuerzas por marco para nivel 3, eje Y	65
XXVII.	Distribución de fuerzas por marco nivel 2, eje X	66
XXVIII.	Distribución de fuerzas por marco para nivel 2, eje Y	66
XXIX.	Distribución de fuerzas por marco para nivel 1, eje X	67
XXX.	Distribución de fuerzas por marco para nivel 1, eje Y	67
XXXI.	Momentos fijos (MF_{ik})	73
XXXII.	Rigideces en columnas	75
XXXIII.	Rigideces en vigas	76
XXXIV.	Factores de giro Ejes 1,2,3 y 4	77
XXXV.	Factores de giro ejes 5,6,7 y 8	78
XXXVI.	Momentos fijos ejes 1, 2, 3, y 4	79
XXXVII.	Momentos fijos ejes 5, 6, 7, y 8	80
XXXVIII.	Primera iteración eje 1	81
XXXIX.	Segunda iteración eje 1	82
XL.	Momentos finales en columnas eje 1	83
XLI.	Momentos finales vigas vano entre Eje1 y Eje 2	84

XLII.	Factores de corrimiento.....	90
XLIII.	Conjunto de fuerzas y momentos para el análisis sísmico.....	90
XLIV.	Primera iteración, influencias de desplazamiento	91
XLV.	Primera iteración, influencias de giro Eje 1	92
XLVI.	Segunda iteración, influencias de desplazamiento marco E	93
XLVII.	Segunda iteración, influencias de giro Eje 1	95
XLVIII.	Segunda iteración, influencias de giro Eje 1	96
XLIX.	Comparación de momentos en vigas obtenidos por Sap2000 y Análisis por el método de Kanni.....	111
L.	Comparación de momentos en columnas obtenidos por Sap2000 y Análisis por el método de Kanni.....	113
LI.	Rango de uso de vigueta con molde LK.....	125
LII.	Diferencia entre Ascalculado y Ascorrido	135
LIII.	Datos de secciones de elementos	142
LIV.	Inercia de elementos	143
LV.	Presupuesto de proyecto	173
LVI.	Cronograma de ejecución	176

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
h	Altura de sección de elemento
H	Altura del muro o columna analizada
hn	Altura en metros del edificio
hi	Altura en metros sobre la base hasta el nivel i
hx	Altura en metros sobre la base hasta el nivel n ó x
bw	Ancho del alma
ϕ	Angulo de fricción interna
Ad	Área a drenar en hectáreas
Ag	Área bruta de la sección en cm ²
As	Área de acero de refuerzo
As_{max}	Área de acero máximo
As_{min}	Área de acero mínimo
As_{req}	Área de acero requerida
Ash	Área total del refuerzo transversal
b	Base de la sección del elemento
P_{oy}	Capacidad nominal de la sección por carga axial con excentricidad en sentido Y
P_{ox}	Capacidad nominal de la sección por carga axial con excentricidad en sentido X
P_u	Carga Axial mayorada
P_{cr}	Carga crítica de pandeo de Euler
CV	Carga de ocupación, carga viva
W_{cm}	Carga distribuida de peso propio, carga muerta

W_{cv}	Carga distribuida de uso, carga viva
W	Carga muerta sísmica total
CU	Carga última
P_n	Cargan nominal requerida
Q	Caudal en metros cúbicos/segundos
CM_x	Centro de masa en sentido x
CM_y	Centro de masa en sentido y
CR_x	Centro de rigidez en sentido x
CR_y	Centro de rigidez en sentido y
n	Coeficiente de rugosidad
R	Coeficiente numérico de la sobrerresistencia inherente y capacidad de ductilidad
ψ_P	Coeficiente promedio que mide el grado de empotramiento a la rotación, de una columna
ψ_B	Coeficiente que mide el grado de empotramiento a la rotación, de una columna en su extremo inferior
ψ_A	Coeficiente que mide el grado de empotramiento a la rotación, de una columna en su extremo superior
C_u	Cohesión
V	Corte basal
ρ_{bal}	Cuantilla balanceada de acero
ρ_{max}	Cuantilla máxima de acero
D_f	Desplante de cimentación
D	Diámetro obtenido por ecuación de Manning
dx	Distancia del elemento en el sentido X con respecto a un punto de referencia
dy	Distancia del elemento en el sentido Y con respecto a un punto de referencia

d_i	Distancia entre el centro de rigidez del edificio y el eje de cada marco
E	Esbeltez de columna
V_c	Esfuerzo de corte actuante en columna
V_a	Esfuerzo de corte producido por las fuerzas actuantes
V_{cu}	Esfuerzo de corte que resiste el concreto.
V_v	Esfuerzo de corte
S_o	Espaciamiento centro a centro del refuerzo transversal dentro de la longitud de confinamiento
S_{max}	Espaciamiento máximo
e	Excentricidad de diseño
μ_{ik}	Factor de amplificación de momento
δ	Factor de amplificación de momento
F_{cu}	Factor de carga última
β_d	Factor de flujo plástico del concreto
F_s	Factor de seguridad
\ddot{u}	Factores de corrimiento
F_t	Fuerza concentrada del corte basal en la parte superior de la estructura
Q_n	Fuerza cortante en piso
F_i''	Fuerza de origen torsional
F_i'	Fuerza de origen traslacional
F	Fuerza lateral
F_x	Fuerza Sísmica de diseño aplicada al Nivel n ó x
F_m	Fuerza total en el marco "i"
w_i	La parte de W ubicada o asignada al nivel i
w_x	La parte de W ubicada
ℓ_o	Longitud de confinamiento

L_u	Longitud libre de columna
E_c	Módulo de elasticidad del concreto
G	Módulo de rigidez
M_x	Momento en columna en sentido X
M_y	Momento en columna en sentido Y
$M_u(-)$	Momento ultimo negativo
$M_u(+)$	Momento ultimo positivo
M_u	Momento ultimo
M_n	Momentos de piso
M_s	Momentos de sujeción
M_{fik}	Momentos fijos
$M_{ik} (-)$	Momentos negativos en vigas
$M_{ik} (+)$	Momentos positivos en vigas
S	Pendiente de tubería
d	Peralte efectivo
T	Periodo de vibración de la estructura, en segundos
γ_s	Peso específico del suelo
CM	Peso propio de la estructura, carga muerta
C	Relación entre escorrentía y cantidad de lluvia
E_i	Relación entre rigideces y brazo de cada marco
f'_c	Resistencia a compresión del concreto
P	Resistencia axial del elemento
f_y	Resistencia de acero
K_{ik}	Rigidez de los elementos
K_m	Rigidez del marco
K	Rigidez
A	Sección transversal de muro o columna analizada

GLOSARIO

ACI 318-11	Requisitos de Reglamento para concreto estructural y comentario del Instituto Americano de concreto.
AGIES	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica.
Adobe	Ladrillo de arcilla secado a sol.
Análisis Estructural	Estudio que abarca el cálculo para determinar el comportamiento de una estructura a través de diagramas de: momentos, corte y deflexión.
Arcilla	Roca sedimentaria, plástica, formada principalmente por silicato aluminico.
Área de acero máxima	La cantidad de acero máxima permisible para la sección, en cm^2 .
Área de acero mínima	La cantidad de acero mínima permisible para la sección, en cm^2 .
Área tributaria	Zona de acción de las cargas para el análisis estructural.
Bajareque	Pared de palos entretejidos con cañas y barro.

Carga Axial	Fuerza que es aplicada en el centro geométrico de la sección transversal de un miembro.
Carga de uso	Todas las cargas estáticas o transitorias que se imponen a la estructura o elemento estructural debido al uso de la edificación sin factores de cargas.
Carga ultima	La carga multiplicada por los factores de carga apropiados, que se utiliza para diseñar los elemento.
Caudal	Cantidad de un líquido que circula en un tiempo determinado.
Cohesión	Propiedad de los suelos por la cual se mantienen unidas las partículas en virtud de fuerzas internas.
Columna	Elemento con una razón entre altura y menor dimensión lateral mayor que 3 usado principalmente para resistir carga axial de compresión.
Columna Corta	Miembro robusto con poca flexibilidad, soporta cargas axiales, falla frágilmente.
Columna intermedia	Elemento estructural que soporta cargas axiales y falla por aplastamiento y pandeo.

Columna larga	Elemento esbelto cuya deformación por flexión es de gran magnitud, reduciendo la capacidad de carga axial del elemento.
Confinamiento	Colocación de refuerzo transversal para proveer ductilidad a los elementos estructurales.
Corrosión	Desgaste lento producido por sustancias corrosivas.
Corte basal	Es la fuerza total lateral que se aplica a una edificación para simular, respecto de un modelo matemático, los efectos del sismo en la estructura.
Déficit	Cantidad que falta para que los ingresos se equilibren con los gastos.
Densidad	Relación entre la masa de un cuerpo y la del agua o del aire que ocupa el mismo volumen.
Desplante	Profundidad donde se ubicará la cimentación.
Diagrama de corte	Gráfico que ilustra el esfuerzo de corte que las cargas provocan a un elemento estructural.
Diagrama de interacción	Gráfico que ilustra los límites de las combinaciones de carga y momento que provocan la falla de una sección dada en una columna o muro portante.

Diagrama de momento	Gráfico que ilustra el efecto que provocan las cargas o fuerzas sobre un elemento estructural.
Dúctil	Capacidad de un material de admitir deformaciones sin llegar a romperse.
Edificación	Construcción o estructura para un bien o servicio.
Entrepiso	Separación entre piso superior e inferior siendo comúnmente de losa de hormigón.
Excentricidad	Es la ubicación de un punto fuera del centro de masa o eje axial de una estructura.
Fatiga de ruptura	Puede definirse como una fractura progresiva. Se produce cuando una pieza mecánica está sometida a un esfuerzo repetido o cíclico.
Flexión	Encorvamiento transitorio que experimenta un elemento por una fuerza que lo deforma elásticamente.
Flujo plástico	Cuando un miembro está sometido a cargas sostenidas de compresión, continuará acortándose durante años.
Fuerza concentrada	Parte del esfuerzo de corte basal, que se encuentra concentrada en la parte superior de la estructura además de la fuerza de nivel.

Impacto	Efecto o repercusión causado por acciones mecánicas o agentes externos.
Inalterado	Que no ha sufrido modificación.
Latitud	Distancia de un lugar al ecuador de la tierra.
Limite de fluencia	Es el punto a partir del cual el material se deforma plásticamente.
Limite elástico	El mayor esfuerzo que se puede aplicar a un material sin causar una deformación permanente.
Longitud	Distancia de un lugar al primer meridiano. Dimensión de una cosa de un extremo a otro.
Losa nervada	Elemento estructural compuesto por un sistema de nervios o viguetas que transmiten las cargas a diferentes apoyos.
Marco rígido	Es el que proporciona un modelo matemático que se utiliza para realizar el análisis estructural por medio de los métodos establecidos.
Monolítico	Hecho de un solo bloque. Estilo de construcción en el cual el edificio es esculpido, moldeado o excavado desde una pieza única de material. Edificios de

hormigón fundidos de una sola vez se consideran monolíticos

Muro de mampostería Obra de albañilería formada por unidades o bloques de concreto o arcilla, unidas con mortero.

Ortogonalmente Se localiza en ángulo recto.

Pandeo Lateral Modo de pandeo de un elemento a flexión que involucra deflexión normal al plano de flexión y, manera simultánea, giro alrededor del centro de corte.

Peralte efectivo Distancia de la cara de compresión de un miembro a flexión al centro de gravedad de refuerzo de tensión.

Peso específico Es el peso por unidad de volumen.

Prefabricado Elemento de construcción que no se fabrica en obra y que se monta después en ella.

PVC Policloruro de vinilo. Es el derivado del plástico más versátil. Utilizado para la fabricación de tuberías utilizadas en sistemas de agua potable y alcantarillados.

Refuerzo Longitudinal Barras de acero corridas a lo largo del elemento estructural.

Refuerzo transversal	Barras o alambres doblados (estribos ó eslabones) que abrazan el refuerzo longitudinal.
Resistencia Nominal	Resistencia teórica ultima de un miembro.
Rigidez	Medida cualitativa de la resistencia a las deformaciones elásticas producidas por un material, que contempla la capacidad de un elemento estructural para soportar esfuerzos sin adquirir grandes deformaciones.
Rotación	Movimiento de un cuerpo alrededor de un eje real o imaginario.
SAP 2000	<i>Software</i> de computadora para análisis estructural.
Sismorresistente	Estructura compuesta por elementos diseñados para resistir fuerzas relacionadas con los efectos sísmicos cumpliendo con todos los requisitos que indican las normas de diseño y construcción sismorresistente. Es una propiedad o capacidad que se dota a la edificación con fin de proteger la vida y las personas de quienes la ocupan.
Tipología Estructural	Estudio de los sistemas estructurales de acuerdo con su forma, efectos mecánicos principales que se producen durante la transmisión de las cargas y a los mecanismos empleados en los elementos estructurales que lo componen.

<i>Topping</i>	Loseta a compresión en losa prefabricada cuyo armado es por electromalla de alta resistencia su espesor va de 5 a 7 cm según diseño.
Torsión	Deformación que sufre un cuerpo sometido a dos pares de fuerzas que actúan en direcciones opuestas y en planos paralelos.
Traslación	Movimiento de un sólido cuyas partes conservan un dirección constante.
Triaxial	Ensayo que tiene por objetivo determinar las características de esfuerzo-deformación y resistencia de los suelos sujetos a esfuerzos cortantes.
Viga	Miembro horizontal usado principalmente para soportar cargas distribuidas y puntuales, producidas por el peso propio del elemento o cargas de uso.
Viga canal	Miembro horizontal que soporta cargas y conduce las aguas pluviales a las bajadas de agua pluvial.
Vigueta	Elemento estructural que transmite las cargas de la losa a las vigas o muros de carga.
Voladizo	Parte de un edificio que sobresale de la pared.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación aborda el diseño del edificio de cuatro niveles para la Central de Mayoreo, San Francisco El Alto, Totonicapán.

San Francisco El Alto es un municipio de Totonicapán cuya economía se basa en los días de mercado, comprendidos desde el miércoles hasta sábado. El día de mayor venta es el viernes, cuando se comercializan productos nacionales por mayor y menor, animales y otros productos de uso doméstico y comestibles.

El edificio de la Central de Mayoreo pretende suplir las necesidades de más de 10 000 comerciantes, que obtendrán un lugar donde instalar su venta y protegerse de las inclemencias del tiempo. Además, contarán con terminal de buses, parqueo vehicular y un área de recreación.

El proyecto está conformado por sótano de parqueo vehicular, sótano de parqueo de buses, nivel de locales comerciales nivel de área recreacional.

Entre las actividades realizadas para el desarrollo del proyecto están: visita de campo, estudio de suelo, análisis y diseño estructural, elaboración de planos, presupuesto e informe final.

El proyecto persigue proveer un mejor ordenamiento urbano y vial al proveer un lugar donde se concentren los principales comercios de textiles. El beneficio será para la población del casco urbano y los municipios que comercializan sus productos textiles el día de plaza.

OBJETIVOS

General

Diseñar el edificio de cuatro niveles para la Central de Mayoreo, San Francisco El Alto, Totonicapán.

Específicos

1. Realizar una evaluación diagnóstica de San Francisco El Alto.
2. Plantear una solución para los problemas que enfrenta San Francisco El Alto por la necesidad de una central de mayoreo.
3. Adaptar la propuesta de la edificación al contexto urbano, social, comercial, cultura, vial, económico, uso del suelo y medio ambiente.
4. Realizar un análisis y diseño estructural para la edificación de la central de mayoreo.
5. Proveer planos para la construcción del edificio de central de mayoreo.

INTRODUCCIÓN

El municipio de San Francisco El Alto, se ubica al norte del departamento de Totonicapán, en el altiplano sur occidental de Guatemala en la región VI. Está ubicada a 17 kilómetros de la cabecera departamental y a 193 kilómetros de la ciudad capital (Carretera Interamericana CA-1).

En la cabecera municipal, la plaza es una de las mayores del país, tanto en extensión como volumen de ventas. Se venden diversos productos, por mayor y menor, a compradores nacionales y del área centroamericana.

Debido a las actividades comerciales y que se necesita ubicar en condiciones adecuadas a los comerciantes que laboran los días de mercado, con coordinación de la oficina de planificación y consejo municipal de San Francisco El Alto se determinó la necesidad de construir un edificio para la Central de mayoreo de San Francisco El Alto.

El diseño del edificio se realizó con las fundamentaciones teóricas instruidas en los cursos académicos de la carrera de ingeniería civil, *software* de computadora, para el análisis y diseño estructural se utilizaron marcos dúctiles resistentes a momento. El resultado se muestra en planos. El área por nivel es: área de terminal de buses es 3 554,02 m², el área de parqueo de automóviles es 3 629,97 m², el área de locales comerciales es 3 629,97 m² y área de parque recreativo es 3 301,79 m². En total son 14 113,75 m². Se consideran 80 locales comerciales. El parqueo de automóviles albergará 102 autos. La terminal de buses posee tres carriles en los que se podrán estacionar 5 buses en fila por carril.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del lugar

San Francisco El Alto es un municipio del departamento de Totonicapán de la región sur-occidente de la República de Guatemala. El municipio tiene una extensión territorial de 132 kilómetros cuadrados. Está formado por diez aldeas y dos barrios.

Las aldeas son Chivarreto, Chirrenox, Pabatoc, Paxixil, Rancho de Teja, Pachaj, Sacmixit, San Antonio Sija, Saquicol Chiquito y Tacajalve. Los barrios son Xolve y Chuisiguan.

Figura 1. Mapa de San Francisco El Alto



Fuente: elaboración propia.

1.2. Características físicas y descripción general del proyecto

1.2.1. Ubicación y localización

El municipio de San Francisco El Alto, se ubica al norte del departamento de Totonicapán, en el altiplano sur occidental de Guatemala en la región VI, con latitud norte de 14° 56´ 26” y longitud oeste de 91° 26´ 24”. La cabecera municipal se encuentra a una altura de 2 610 metros sobre el nivel del mar. Está ubicada a 17 kilómetros de la cabecera departamental y a 193 kilómetros de la ciudad capital (Carretera Interamericana CA-1).

1.2.2. Colindancias

Limita al norte con el municipio de Momostenango del departamento de Totonicapán; al sur con el municipio de San Cristóbal Totonicapán del departamento de Totonicapán; al este con los municipios de Totonicapán y Momostenango y al oeste con los municipios de San Carlos Sija y San Francisco La Unión del departamento de Quetzaltenango.

1.2.3. Topografía

Dado que el municipio es un 90 % ondulado y 10 % plano se clasifica como una región quebrada con condiciones orográficas especiales que influyen en la temperatura y el clima. Las pendientes del terreno son entre el 36 % y 50 %. Sus tierras son fértiles y cultivables.

1.2.4. Clima

Por su ubicación geográfica y orografía el clima del municipio es frío con temperaturas promedio anuales entre 7 y 18 grados centígrados. En el periodo de noviembre a febrero se torna muy frío con temperaturas menores a cuatro grados centígrados en la madrugada. Por los cambios climáticos, en la actualidad alcanza temperaturas hasta de 25 grados centígrados al medio día. La región es lluviosa, con una precipitación entre 500 y 2 000 milímetros al año, la temporada lluviosa inicia a la mitad del mes de mayo y concluye al final del mes de octubre.

1.2.5. Tipo de vivienda y actividad económica

Las viviendas localizadas en el casco urbano son de tres y cuatro niveles, construidas con materiales, como block, ladrillo y concreto. Los entrepisos de las casas son de concreto armado y el techo es de losa tradicional o cubierta de lámina. En el área rural, en cambio, algunas viviendas están construidas de adobe, madera y bajareque con piso de torta de cemento.

La economía del municipio, vinculada al mercado, gira en torno a la confección. Esta es la actividad económica más importante. La mayoría de la población del casco urbano, aldeas y comunidades cercanas la desarrolla. En torno a esta actividad giran otras, como tintorerías, lavanderías, comercio de productos e insumos para la actividad textil, hoteles y transporte.

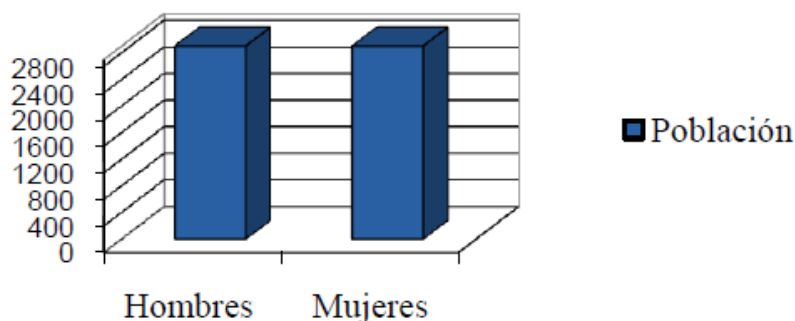
Igualmente, en el municipio en forma marginal también se producen algunas frutas, granos, verduras y animales de corral destinadas al mercado.

1.2.6. Población y demografía

Según el XI Censo Nacional de Población y VI de Habitación, realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) en el año 2002, el municipio de San Francisco El Alto tenía una población de 45 241 habitantes, 21 846 hombres (47 %) y 23 755 (53 %) mujeres. Ver gráfico.

Figura 2. Población total

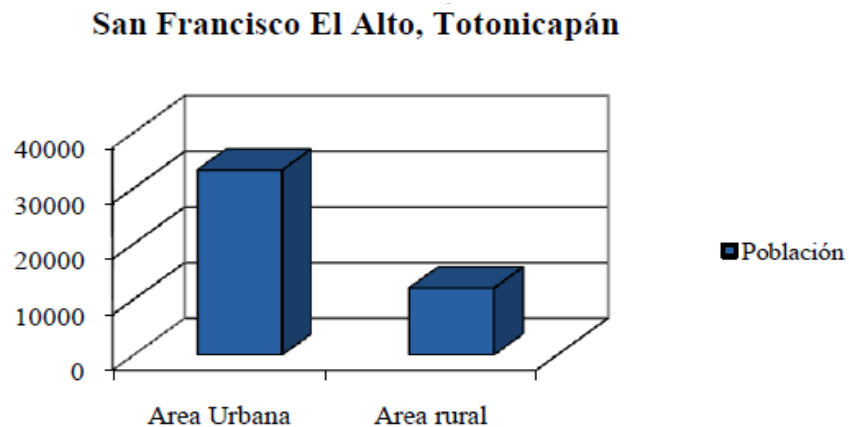
San Francisco El Alto, Totonicapán



Fuente: Instituto Nacional de Estadística. Características de la Población y de los locales de habitación censados. Censo 2002. p. 77

En el año 2002, según el INE, la población de San Francisco El Alto se concentraba en el área urbana. Contaba con 33 240 habitantes que corresponde al 73 % y en el área rural había 12 001 habitantes equivalentes al 27 %.

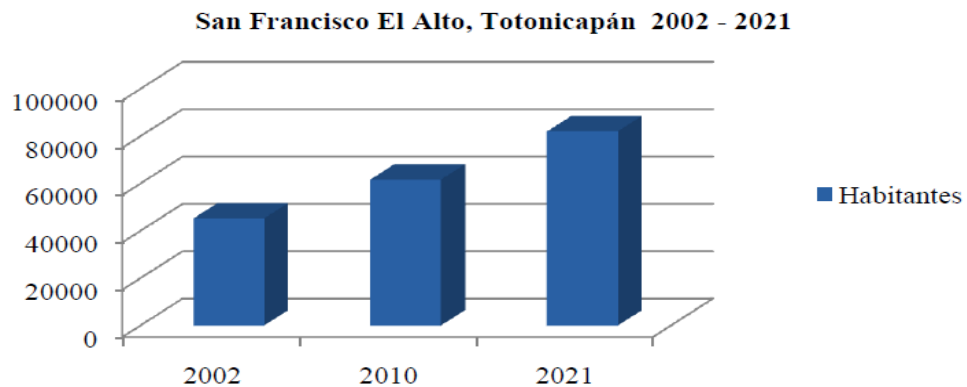
Figura 3. **Población área urbana y rural**



Fuente: Instituto Nacional de Estadística. Características de la Población y de los locales de habitación censados. Censo 2002. p. 69

Se observa que, del año 2002 al 2010, la población del municipio aumentó de 45 241 a 61 656 habitantes, lo cual significa que creció 1,92% y su proyección de habitantes para el año 2021 es de 82 052 (INE, 2002).

Figura 4. **Población área urbana y rural**



Fuente: Instituto Nacional de Estadística. Características de la Población y de los locales de habitación censados. Censo 2002. p. 77

La población está compuesta, principalmente, por jóvenes, los cuales representan más del 50 %. Un aspecto que sorprende de este municipio es que solamente el 3,83 % de su población vive más allá de 65 años.

El municipio se caracteriza porque en los últimos años su población se ha concentrado en el área rural, aunque más dispersa que en el caso urbano. La densidad poblacional es de 343 personas por kilómetro cuadrado (según proyecciones del Censo 2002 del INE).

Aunque la densidad es una de las principales debilidades de la relación población/territorio/recursos, se debe tener en cuenta que una de las salidas a esta problemática, la emigración, no ha sido una estrategia que favorezca la estabilidad familiar; principalmente, cuando esta significa la separación del núcleo familiar por varios años.

La mayor parte de la población del municipio, un 99,6 %, pertenece a la comunidad lingüística K'iche' del pueblo maya. El 0,4 % corresponde a la población no indígena, equivalente a 199 personas.

1.3. Características de infraestructura

1.3.1. Vías de acceso

El acceso principal a la Cabecera Municipal está en el kilómetro 193 de la carretera Interamericana. Para el centro de la población hay una distancia de 700 metros. El acceso está cubierto de asfalto y adoquín.

En el kilómetro 188 de la carretera Interamericana se encuentra una de las carreteras auxiliares de terracería, de un kilómetro de longitud, usada como ingreso alternativo a la Cabecera Municipal los días de mercado.

De la aldea Paxixil hay una carretera que la comunica directamente a la Cabecera Municipal, desde la carretera de Cuatro Caminos a Totonicapán.

Las aldeas Chivarreto, Rancho de teja, San Antonio Sija, Chirrenox, Pachaj y Tacajalvé, tienen accesos directos a la carretera Interamericana.

1.3.2. Servicios públicos

1.3.2.1. Salud

El municipio cuenta con un centro clasificado como tipo "B", su función es brindar asistencia en medicina preventiva y curativa.

También realiza campañas de vacunación que son publicitadas con anticipación para que los pobladores de las diferentes comunidades puedan aprovecharlas.

El saneamiento ambiental cuenta con servicio de agua potable, drenajes, letrinización, recolección y eliminación de basura, rastros, carnicerías, mercados, tiendas, cantinas, panaderías y comedores.

1.3.2.2. Educación

En el municipio existen treinta escuelas primarias oficiales, una escuela municipal y doce de autogestión. También funcionan en la Cabecera Municipal dos colegios privados y dos en el área rural.

En las escuelas imparten clases 194 maestros. A la mayoría le paga el Ministerio de Educación, de manera presupuestada o por contrato. También

brindan sus servicios maestros pagados por el Fondo de Inversión Social (FIS) y una minoría pagados por la Municipalidad de San Francisco El Alto.

1.3.2.3. Energía eléctrica

Según el XI Censo de Población y VI de Habitación de 2002, la cobertura del servicio de energía eléctrica en el municipio de San Francisco El Alto era de 71 %. El alto porcentaje de cobertura se debe a que el servicio se presta a una gran cantidad de aldeas y caseríos.

En el 2004 se encuestaron 403 hogares. Para realizar este diagnóstico, 389 hogares indicaron que contaban con el servicio de energía eléctrica, lo que representa el 97 % de cobertura. Este porcentaje es alto si se compara con el de otros municipios de la República, lo cual es congruente con los requerimientos de la población del municipio, para que se preste este servicio primordial y ejecutar las labores de costura y confección de prendas de vestir con maquinaria que funciona con energía eléctrica. Esta es la actividad principal a la que se dedican los pobladores de San Francisco El Alto.

1.3.2.4. Agua potable

Existen dos pozos mecánicos que surten de agua potable a la población urbana y algunas comunidades rurales cercanas a la Cabecera Municipal. Sin embargo, existe un déficit de 9,4 % de hogares sin servicio domiciliario de agua en el área urbana y de 31,9 % en el área rural.

La institución encargada de medir la calidad del agua es el Centro de Salud, el cual realiza los análisis pertinentes para verificar que el agua para los pobladores reúna la calidad aceptable en los niveles de cloro y turbiedad.

1.4. Características físicas socio-económicas

1.4.1. Actividad económica

La economía del municipio vinculada al mercado gira entorno a la confección. Esta es la actividad más importante para la cual los productores se asocian en la mayor parte de comunidades. Entorno a esta actividad giran otras, como tintorerías, lavanderías, comercio de productos e insumos, hoteles y transporte. Las características principales de estas actividades económicas se resumen en la falta de regularización de una buena parte de las empresas que se dedican a ellas.

En el municipio en forma marginal, también se producen frutas, granos, verduras y animales de corral destinadas al mercado. Es el caso de la producción normal del municipio. La producción de frutas, como melocotones en la Aldea Sacmixit, que se califica como producción intensiva.

La mayoría de los habitantes del municipio producen granos y verduras y se dedican a cuidar algunos animales domésticos para garantizar su seguridad alimentaria. Los cultivos que han cubierto esta necesidad son el maíz, frijol, ayote, haba, chilacayote y piloy. Para complementar su ingreso, las familias se involucran por medio en otras actividades productivas o la prestación de servicios.

Las mujeres realizan las actividades pecuarias tanto para la venta, como para el consumo familiar. Existe crianza de aves de corral, cerdos, ovejas, chivos, ganado vacuno, aunque es escaso el apoyo técnico para el desarrollo de estas actividades.

Aunque en la actividad de confección se encuentran empresas con un nivel de desarrollo importante, una buena parte de esta actividad y otras se basan en la explotación de mano de obra familiar y en la producción para el autoconsumo. En muchos casos, en el proceso productivo intervienen los padres de familia, hijos e hijas. La estrategia se comprende porque los beneficios se quedan en la familia y se aprovechan mejor.

1.4.2. Idioma y religión

El Quiché es el idioma indígena predominante de San Francisco El Alto. Este idioma forma parte del grupo quicheano de lenguas que, a su vez, forma parte de la familia lingüística de las lenguas mayas. Buena parte de los miembros de la etnia quiché lo tienen como lengua materna. Muchos hablantes del quiché son bilingües, ya que hablan su lengua nativa y el español, aunque este fenómeno es menos frecuente en los ámbitos rurales aislados.

Las religiones que profesan en la actualidad en el municipio han recibido influencia de las culturas originarias mayas y de las religiones extranjeras cristiana evangélica y Católica romana.

1.5. Descripción de necesidades

Por medio de entrevistas a las autoridades y líderes de la aldea, se determinaron las siguientes necesidades:

Edificio para la central de mayoreo de San Francisco El Alto. La población se ve afectada por la falta de un lugar apropiado para parqueo de buses, parqueo de automóviles y zona de recreación.

Sistema de alcantarillado sanitario del Paraje Chi-puerta, aldea San Antonio Sija. La carencia de un sistema apropiado para la disposición de aguas residuales crea alteraciones y problemas de distinta índole.

Sistema de abastecimiento de agua potable para Paraje Chi-hernan, aldea San Antonio Sija. El paraje carece de un sistema adecuado, eficiente y capaz de satisfacer las necesidades de las comunidades. Por ello, es necesario el diseño de un sistema que proporcione una dotación sanitariamente segura.

1.6. Evaluación y priorización de necesidades

Considerando los criterios, tanto de las autoridades municipales como de los comités, se priorizaron las necesidades de la siguiente forma:

- Edificio para la central de mayoreo de San Francisco El Alto
- Sistema de alcantarillado sanitario para paraje Chi-puerta
- Sistema de abastecimiento de agua potable para paraje Chi-hernan

2. FASE EL SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Edificio de la Central de Mayoreo de San Francisco El Alto

2.1.1. Descripción de proyecto

El proyecto consiste en realizar el diseño y planificación de un edificio para la Central de mayoreo de San Francisco El Alto. El edificio constará de cuatro niveles. El primer nivel se utilizará para terminal de buses, el segundo, para parqueo de vehículos particulares, el tercero será un área de locales comerciales y el cuarto nivel será un parque recreativo conformado por juegos infantiles y cancha para futbol 5.

2.2. Estudio de suelos

Se extrajo una muestra inalterada de 1 pie³ de suelo en el lugar donde estará ubicado el proyecto a una profundidad 2,00 metros. A la muestra se le realizó el ensayo de compresión triaxial.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tipo de ensayo	No consolidado y no drenado
Descripción del suelo	Arena limosa Color Café con presencia de Pómez
Dimensión y tipo de la probeta	2,5" * 5,0"
Ángulo de fricción interna (Φ)	27,43°
Cohesión (C_u)	4,00 T/m ²

Desplante (Df)	2,00 m
Tipo de ensayo	No consolidado y no drenado
Peso específico (γ_s)	1,50 T/m ³
Factor de seguridad (Fs)	Debe ser por lo menos de 3 en todos los casos.

Cálculo de valor soporte

Para determinar la capacidad de carga última se utilizó la ecuación de Terzaghi.

$$q_u = 1,3 * C * N_c + \gamma_s * Z * N_q + 0,4 * \gamma_s * B * N_\gamma$$

Donde:

q_u = Valor de esfuerzo límite

C = Coeficiente de cohesión de suelo

ϕ = Ángulo de fricción interna

N_c = Factor de capacidad de carga debido a la cohesión

γ_s = Peso específico del suelo

Z = Desplante de cimiento

N_q = Factor de capacidad de carga debido a la sobrecarga

B = Base de la zapata

N_γ = Factor de capacidad de carga debido al suelo

Fs = Factor de seguridad

Con los siguientes datos fue calculado el valor soporte. Se aplicó un factor de seguridad de 1,5 a la cohesión y el ángulo de fricción interna para descartar errores en el ensayo realizado:

$$C_u = 4,00/1,5 = 2,66 \text{ T/m}^2$$

$$\phi = 27,43^\circ/1,5 = 18,28^\circ$$

$$\gamma_s = 1,5 \text{ T/m}^2$$

$$Z = 2 \text{ m}$$

$$B = 3,50 \text{ m}$$

Los factores de capacidad de carga de Terzaghi se tomaron de la tabla 3.1 del libro "Principios de Ingeniería de Cimentaciones". Esta tabla se puede consultar en los anexos.

$$N_q = 6,04$$

$$N_c = 15,12$$

$$N_\gamma = 2,59$$

$$q_u = 1,3 * 2,66 * 15,12 + 1,5 * 2 * 6,04 + 0,4 * 1,5 * 3,50 * 2,59$$

$$q_u = 75,84 \text{ T/m}^2$$

Se aplicó un factor de seguridad de 3 al valor de esfuerzo límite, para determinar el valor final que se utilizará en el diseño de las cimentaciones:

$$q_d = \frac{q_u}{4} = \frac{75,85}{3} \cong 25,00 \text{ T/m}^2$$

2.3. Diseño estructural

2.3.1. Estructuración

2.3.1.1. Selección del sistema estructural a utilizar

Para el sistema estructural se utilizarán marcos rígidos resistentes a momento, muros de mampostería reforzada (tipo tabique) de block pómez y losas planas prefabricadas de vigueta con molde LK.

Para la selección del sistema estructural se consideraron factores económicos, materiales disponibles en el lugar y técnica constructiva para realizar la obra. Influyeron, también, las dimensiones y tiempo de ejecución.

2.3.1.2. Diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico es la correcta distribución y forma de los distintos ambientes que forman un edificio. El objetivo es proporcionar comodidad a los usuarios de las instalaciones.

En el diseño se deben considerar los criterios arquitectónicos según las necesidades requeridas. En este caso, se utilizarán criterios arquitectónicos para edificios públicos y comerciales para el diseño arquitectónico del edificio. La tipología arquitectónica se seleccionó basándose en el criterio del diseñador y el propietario.

Los resultados del diseño arquitectónico basados en criterios para edificios públicos y comerciales, se presentan en los anexos.

2.3.1.3. Requerimiento de áreas

El objetivo es proveer un espacio a la comunidad para que desarrolle sus actividades comerciales y fomentar la recreación familiar. Por ello, el edificio se distribuyó de la siguiente manera: primer nivel será terminal de buses, segundo nivel destinado para parqueo de vehículos particulares, tercer nivel el área de locales comerciales y el cuarto nivel será el parque para la recreación familiar.

2.3.1.4. Distribución de espacios

La distribución y forma de los espacios se hizo de acuerdo con los requerimientos de cada ambiente (ver anexos, planos arquitectónicos).

La distribución es la siguiente: el primer nivel es el área de la terminal de buses, tres carriles y parqueo en fila para 15 buses. El segundo nivel es el parqueo de vehículos particulares con espacio para 102 vehículos. El tercer nivel es el área de locales comerciales en el cual se distribuyeron 72 locales y cuenta con dos módulos de sanitarios para ambos sexos. El cuarto nivel es el parque recreativo formado por cancha para futbol 5 y juegos infantiles.

2.3.1.5. Alturas y cotas

El edificio tiene una altura de piso a cielo de 5,05 metros en el primer nivel, con una longitud de 82,68 metros. En él se tiene previsto una junta de construcción y un ancho de 42,00 metros. El segundo y el tercer nivel tienen una altura de 3,55 metros, el ancho y largo son los mismos del primer nivel. El cuarto nivel tiene altura variable debido a la flecha del techo curvo utilizado.

2.3.2. Análisis estructural

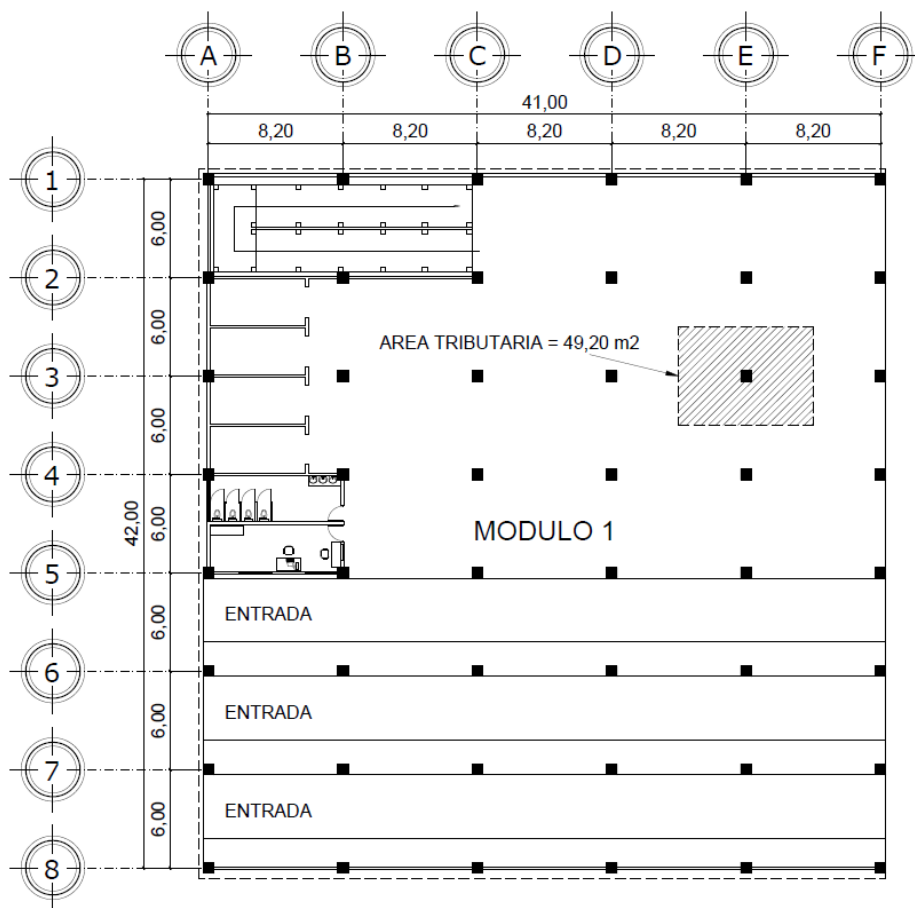
El análisis estructural es la determinación de los desplazamientos y momentos en una estructura por medio de métodos para el análisis estructural. Para el análisis se idealiza cómo están soportados y conectados los elementos entre sí. En el edificio para la central de mayoreo se realizó el análisis de la forma siguiente:

2.3.2.1. Pre-dimensionamiento estructural

Para el predimensionamiento se aplicaron los siguientes criterios:

Columnas: se determinó la sección de la columna, aplicando el área de acero mínima y la carga aplicada al elemento. Según lo que establece el código ACI 318-11, capítulo 10.

Figura 5. **Planta típica Módulo 1, edificio para central de mayoreo**



Fuente: elaboración propia.

Ecuación:

$$P = 0,8(0,225f'_c * A_g + f_y * A_s);$$

Donde: A_s oscila entre $1\%A_g \leq A_s \leq 8\%A_g$

$$\text{Área tributaria} = 49,20 * 3 = 147,60 \text{ m}^2$$

$$\gamma_c = 2\,400 \text{ Kg/m}^3$$

$$P = (147,60 * 2\,400)$$

$$P = 354\,240,00 \text{ Kg/m}$$

$$354\,240,00 = 0,8 ((0,225 * 280 * A_g) + (2\,810 * 0,01 * A_g))$$

$$A_g = 4\,860,59 \text{ cm}^2$$

Según el código ACI 318-11 en la sección 21.6.1 la dimensión menor de la sección transversal no debe ser menor de 30 cm. Por tanto, se propone una columna de $70 * 70 \text{ cm} = 4\,900,00 \text{ cm}^2 > A_g$

Vigas: para las vigas se utilizó el criterio de 8 centímetros por cada metro de luz libre de la viga. La base de la viga se consideró más pequeña que el lado menor de la columna, para evitar problemas con los nudos en la unión de viga-columna.

$$h_{\text{viga}} = \text{luz libre de viga} * 0,08$$

$$h_{\text{viga}} = 8,20 * 0,08 = 0,65 \text{ cm}$$

Se utilizará una altura de 0,80 cm.

En cuanto a la base, el código ACI 318-11 en la sección 21.5.1.3 requiere que la dimensión mínima para elementos sometidos a flexión, el ancho b_w , no debe ser menor que el más pequeño de 0,3 h y 25 cm.

$$b = \frac{h}{2}$$

Donde:

b = base

h = altura de viga

$$b = \frac{0,80}{2} = 0,40 \text{ m}$$

Aplicando el reglamento del código ACI 318-11.

$$0,3 h = 0,24 \text{ m}$$

La base de la sección no debe ser menor a 0,24 m, por lo que se propone una sección de vigas de 0,40 m * 0,80 m.

Losas: se construirá una losa con sistema prefabricado de vigueta con molde LK.

El código ACI 318-11 en su capítulo 8, inciso 8.13.1 indica que la losa nervada consiste en una combinación monolítica de viguetas regularmente espaciadas y una losa colocada en la parte superior que actúa en una dirección o en dos direcciones ortogonales.

Tabla I. **Peso de elementos de losa prefabricada**

Elemento	Peso
Loseta de compresión	168 Kg/m ²
Viguetas	86 Kg/m ²
Repello y cernido	100 Kg/m ²
Total peso de losa	354 Kg/m ²

Fuente: Precon. Procesos para el armado de losas prefabricadas con vigueta y Bovedilla y molde LK. p. 2.

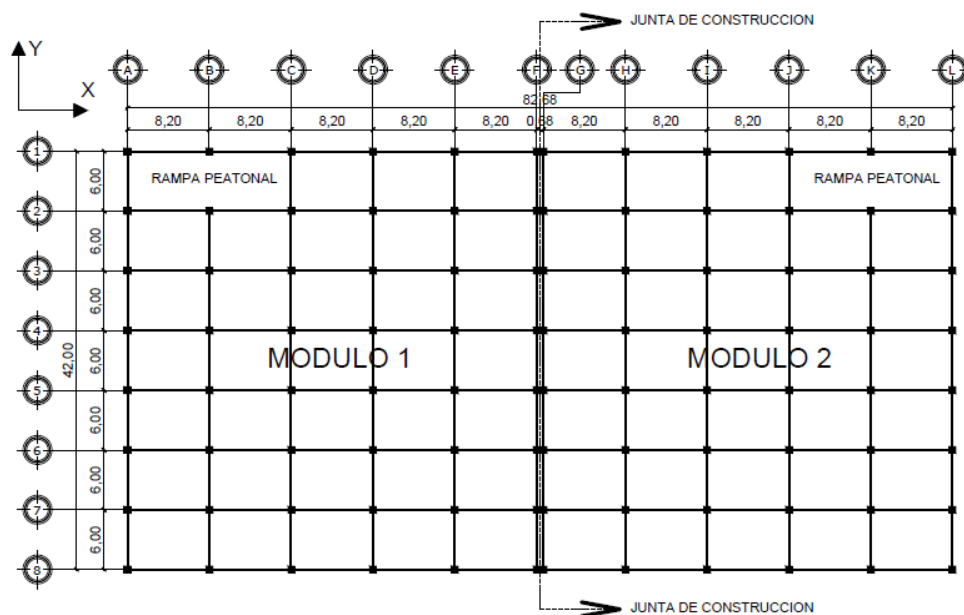
Zapatas: los cimientos se diseñarán como zapatas aisladas cuadradas, ver predimensionamiento 2.5.3.4 en Diseño de cimientos.

2.3.2.2. Modelos matemáticos de marcos dúctiles

Los modelos matemáticos son la idealización de los elementos y conexiones que forman parte de la estructura para analizar su comportamiento al estar sometido a cargas por el peso propio de la estructura o por las cargas de uso de la edificación.

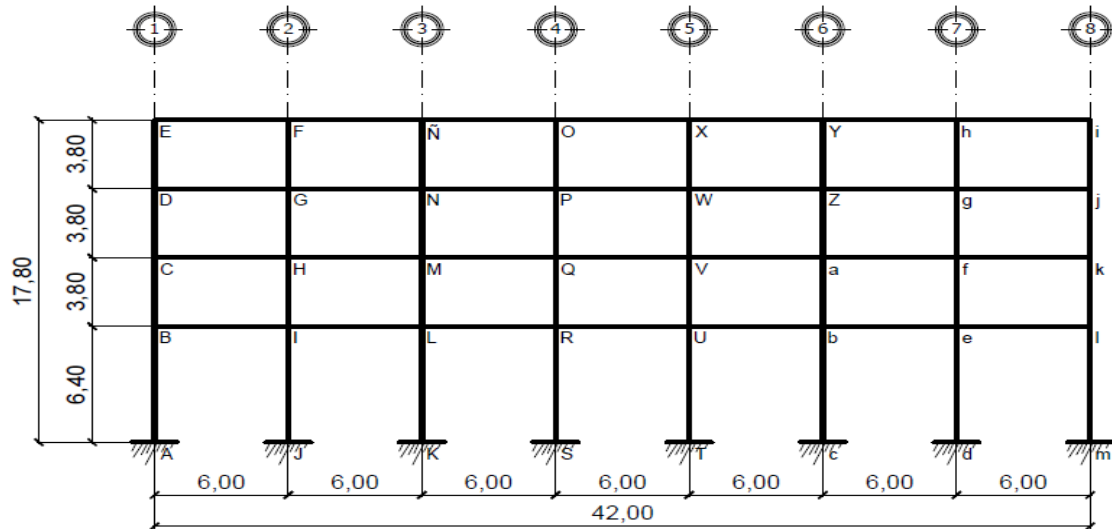
Las figuras 5, 6 y 7 muestran la tipología de las estructuras y los modelos matemáticos de los marcos rígidos.

Figura 6. **Planta típica, edificio para central de mayoreo**



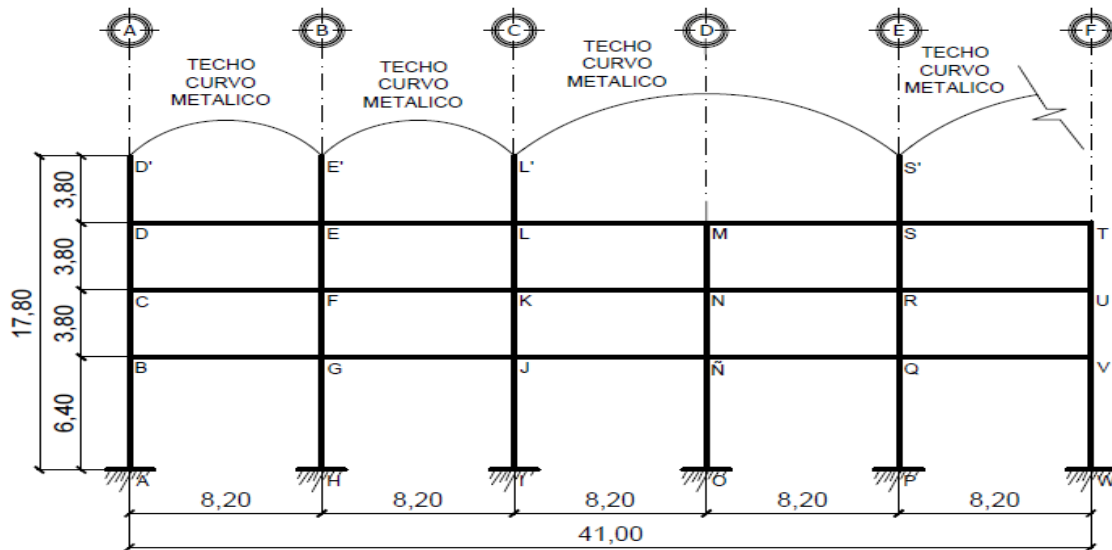
Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Marcos típicos dúctiles, dirección Y



Fuente: elaboración propia.

Figura 8. Marcos típicos dúctiles, dirección X



Fuente: elaboración propia.

2.3.2.3. Cargas verticales y horizontales a marcos dúctiles

Las cargas verticales son las cargas de peso propio de la estructura y la carga de uso a la que es sometida una estructura. Para el análisis y diseño de los elementos estructurales es necesario considerar las combinaciones de cargas a las que puede estar sometida la estructura en determinado momento.

Cargas muertas: son cargas permanentes, debido al peso de los elementos estructurales y de algunos elementos que actúan de forma permanente en la estructura.

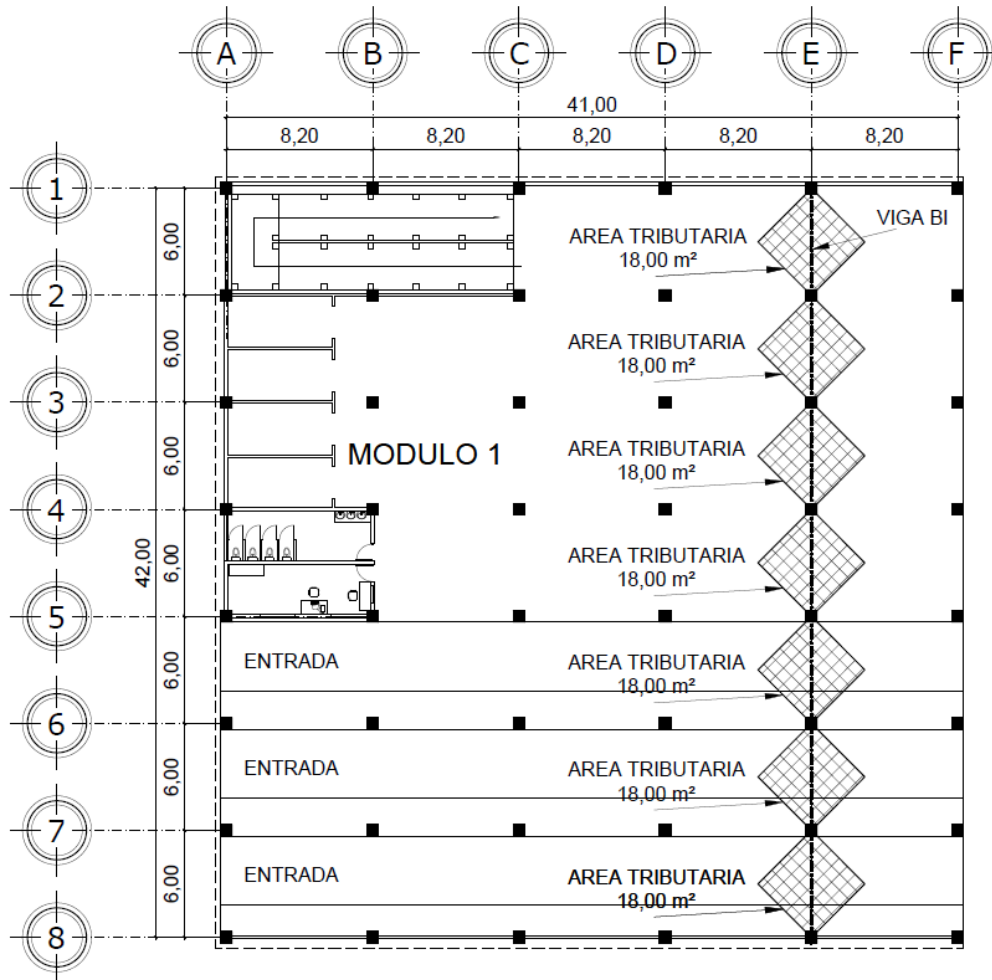
La carga muerta se calculó de la siguiente forma:

Carga Muerta (CM)

Peso de algunos materiales y elementos estructurales:

Peso del concreto	2 400 Kg/m ³
Peso de acabados	100 Kg/m ²
Peso de muros	720 Kg/m
Peso de losa prefabricada	254 Kg/m ²
Peso propio de techo curvo	12,45 Kg/m ²

Figura 9. Planta típica nivel 1



Fuente: elaboración propia.

Distribución de cargas marco dúctil sentido Y:

Marco E viga B-I

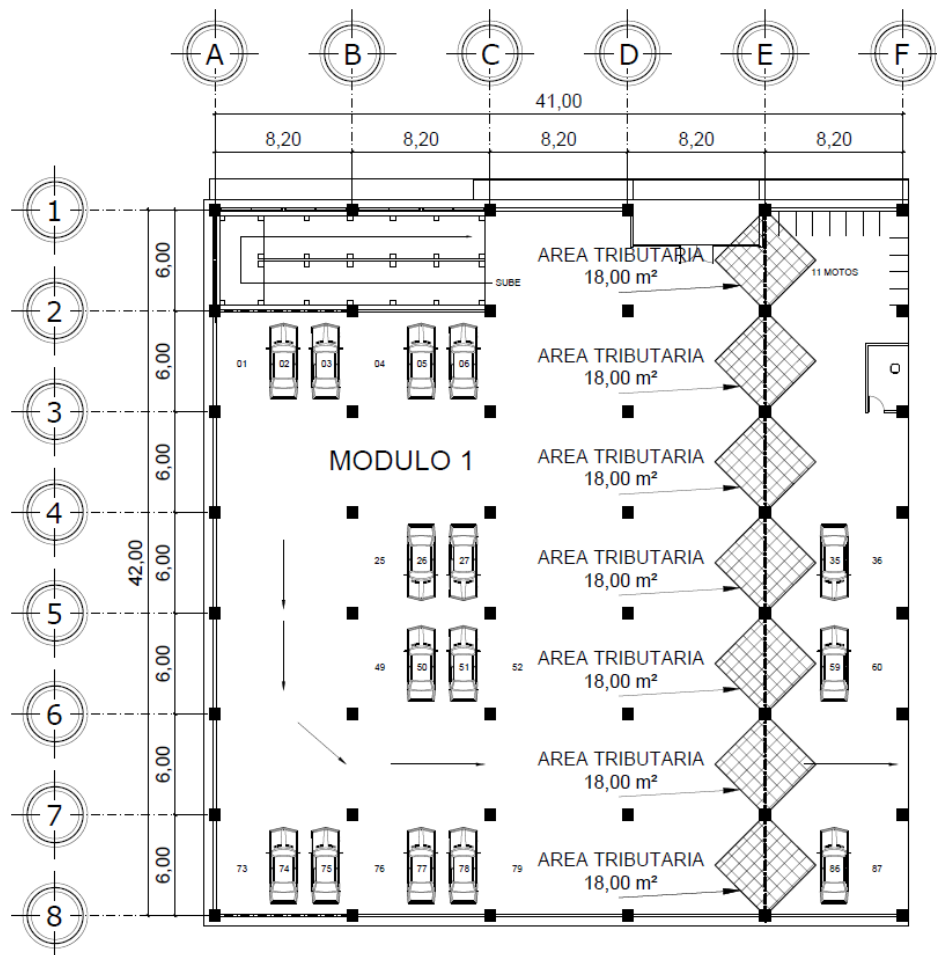
Nivel 1

$$CM = \text{Area tributaria} * CM_{Losa}/L + \text{Peso}_{viga}$$

$$CM = 18,00 * \frac{354,00}{6,00} + (2\ 400,00 * 0,40 * 0,73)$$

$$CM = 1\ 762,80 \text{ Kg/m}$$

Figura 10. Planta típica nivel 2



Fuente: elaboración propia.

Distribución de cargas marco dúctil sentido Y:

Marco E viga C-H

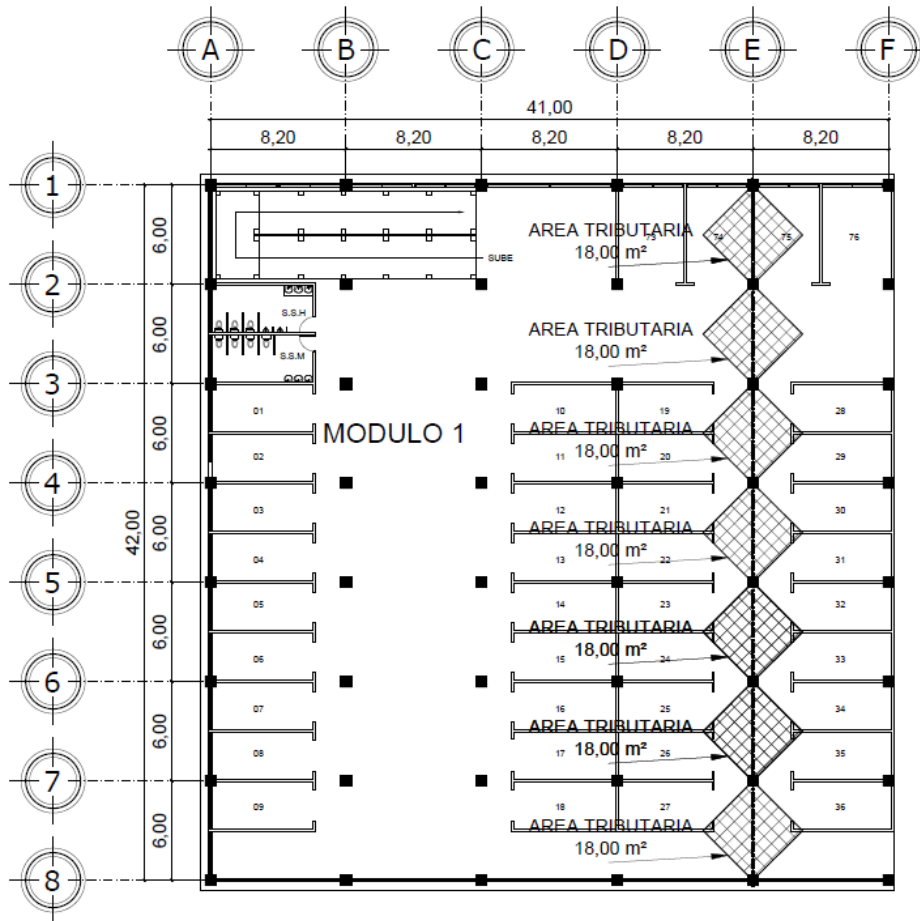
Nivel 2

$$CM = \text{Area tributaria} * \frac{CM_{Losa}}{L} + \text{Peso}_{viga} + \text{Peso}_{muros locales}$$

$$CM = 18,00 * \frac{354,00}{6,00} + (2\ 400,00 * 0,40 * 0,73) + 600$$

$$CM = 2\ 362,80 \text{ Kg/m}$$

Figura 11. Planta típica nivel 3



Fuente: elaboración propia.

Distribución de cargas marco dúctil sentido Y:

Marco E viga D-G

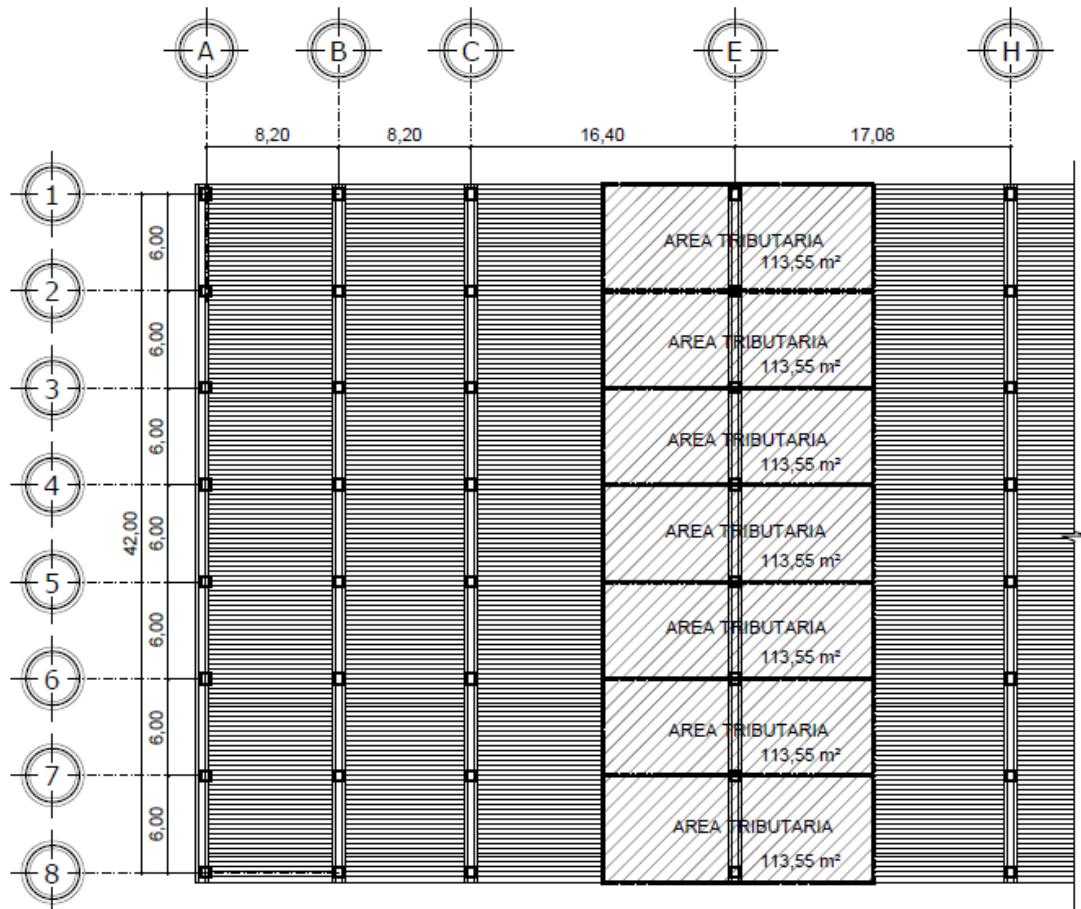
Nivel 3

$$CM = \text{Area tributaria} * \frac{CM_{Losa}}{L} + \text{Peso}_{viga}$$

$$CM = 18,00 * \frac{354,00}{6,00} + (2\ 400,00 * 0,40 * 0,73)$$

$$CM = 1\ 762,80 \text{ Kg/m}$$

Figura 12. Planta típica cubierta metálica, nivel 4



Fuente: elaboración propia.

Distribución de cargas marco dúctil sentido Y:

Marco E viga E-F

Nivel 3

$$CM = \text{Area tributaria} * \frac{CM_{techo\ curvo}}{L} + \text{Peso}_{viga}$$

$$CM = 113,55 * \frac{12,45}{6,00} + 768,00$$

$$CM = 1\ 003,61\ \text{Kg/m}$$

Carga viva: son las cargas de ocupación. Estas pueden estar total o parcialmente en la edificación, o no estar presentes. Las ubicaciones de las cargas pueden variar en determinado momento por lo que su magnitud y distribución son inciertas.

La carga viva se calculó de la siguiente forma:

Carga Viva (CV), indicada en la sección 3.4 de la norma NSE 2 de la Tabla 3-1.

En parqueos	800 Kg/m ²
En almacenes minoristas	500 Kg/m ²
En área de reunión	500 Kg/m ²
En cubiertas	50 Kg/m ²

Las cargas de ocupación se obtuvieron de Tabla 3-1 de AGIES NSE 2-10 Demandas estructurales, condiciones de sitio y nivel de protección.

Distribución de cargas marco dúctil sentido Y:

Para el cálculo de áreas tributarias de nivel 1 y ver ubicación, referirse a figura 9.

Marco E viga B-I

Nivel 1

$$CV = \frac{\text{Area tributaria en viga} * \text{Carga de uso}}{\text{longitud de viga}}$$

$$CV = \frac{18,00 * 800}{6,00}$$

$$CV = 2\,400 \text{ Kg/m}$$

Para el cálculo de áreas tributarias de nivel 2 y ver ubicación, referirse a figura 10.

Marco E viga C-H

Nivel 2

$$CV = \frac{\text{Area tributaria en viga} * \text{Carga de uso}}{\text{longitud de viga}}$$

$$CV = \frac{18,00 * 600}{6,00}$$

$$CV = 1\,800 \text{ Kg/m}$$

Para el cálculo de áreas tributarias de nivel 3 y ver ubicación, referirse a figura 11.

Marco E viga D-G

Nivel 3

$$CV = \frac{\text{Area tributaria en viga} * \text{Carga de uso}}{\text{longitud de viga}}$$

$$CV = \frac{18,00 * 500}{6,00}$$

$$CV = 1\,500 \text{ Kg/m}$$

Para el cálculo de áreas tributarias de nivel 4 y ver ubicación, referirse a figura 12.

Marco E viga E-F

Nivel 4

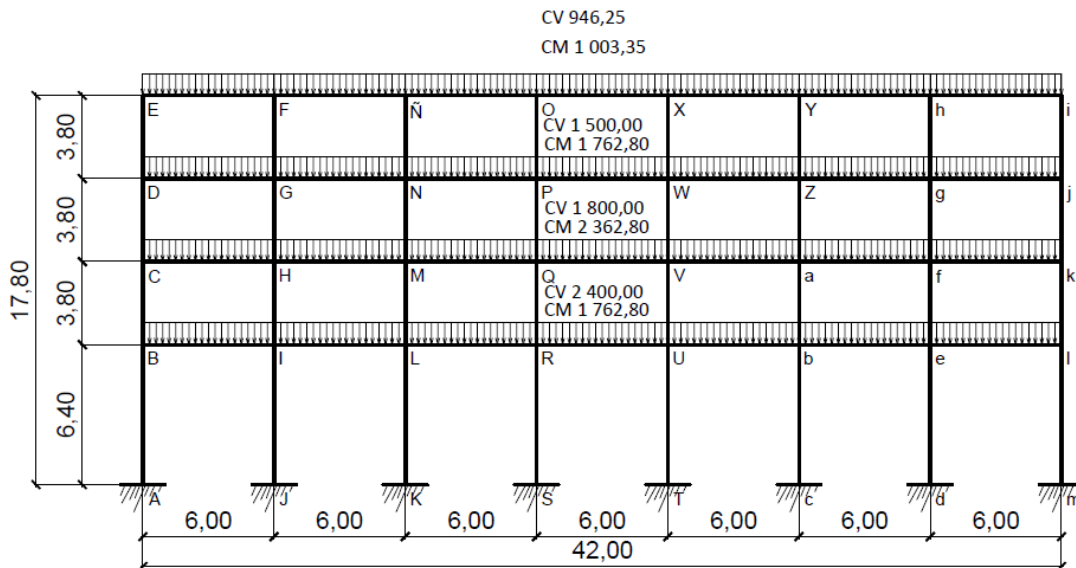
$$CV = \frac{\text{Area tributaria en viga} * \text{Carga de uso}}{\text{longitud de viga}}$$

$$CV = \frac{113,55 * 50}{6,00}$$

$$CV = 946,25 \text{ Kg/m}$$

Las cargas distribuidas aplicadas a los otros marcos dúctiles se calcularon aplicando el procedimiento anterior. En la figura 13 se muestra la distribución de cargas en el marco E.

Figura 13. **Cargas verticales (Kg/m) en marco E, dirección Y**



Fuente: elaboración propia.

Cargas horizontales: son fuerzas que actúan ortogonalmente o respecto de la línea de acción de la gravedad. Se dividen en tres categorías:

- Cargas de sismo
- Cargas de viento
- Cargas por presión (fluido, tierra, granos)

En el proyecto interesa determinar la influencia que tendrán las cargas originadas por sismos. Se determinó por medio del método de carga sísmica

equivalente que proporciona la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES).

Por esta razón, para la determinación de la cargas sísmicas se realizó el procedimiento que se detalla a continuación.

- Cálculo del peso total del edificio

Peso por nivel: el peso por nivel incluye el peso de la losa, vigas, columnas, muros, ventanas, piso, acabados, y cualquier otro material o elemento que forme parte fija de la edificación.

- Cálculo de peso de primer nivel por carga muerta

Tabla II. **Peso de primer nivel debido a carga muerta**

Vigas		Geometria			Peso = Vol * γ concreto
Eje	b (m)	h (m)	L (m)	Vol (m ³)	
1	0,40	0,80	37,75	12,08	28 992,00
2	0,40	0,80	37,75	12,08	28 992,00
3	0,40	0,80	37,75	12,08	28 992,00
4	0,40	0,80	37,75	12,08	28 992,00
5	0,40	0,80	37,75	12,08	28 992,00
6	0,40	0,80	37,75	12,08	28 992,00
7	0,40	0,80	37,75	12,08	28 992,00
8	0,40	0,80	37,75	12,08	28 992,00
A	0,40	0,80	37,45	11,98	28 761,60
B	0,40	0,80	32,10	10,27	24 652,80
C	0,40	0,80	37,45	11,98	28 761,60
D	0,40	0,80	37,45	11,98	28 761,60
E	0,40	0,80	37,45	11,98	28 761,60
F	0,40	0,80	37,45	11,98	28 761,60
Peso en Kg de Carga Muerta					400 396,80

Columnas		Geometria			Peso = Vol * γ concreto
Eje	b (m)	h (m)	L (m)	Vol (m ³)	
1	0,70	0,70	25,80	12,64	30 340,80
2	0,70	0,70	25,80	12,64	30 340,80
3	0,70	0,70	25,80	12,64	30 340,80
4	0,70	0,70	25,80	12,64	30 340,80
5	0,70	0,70	25,80	12,64	30 340,80
6	0,70	0,70	25,80	12,64	30 340,80
7	0,70	0,70	25,80	12,64	30 340,80
8	0,70	0,70	25,80	12,64	30 340,80
Peso en Kg de Carga Muerta					242 726,40

Muros		Geometria			Peso = Vol * γ muro
Eje	b (m)	h (m)	L (m)	Vol (m ³)	
1	0,20	4,30	37,50	32,25	58 050,00
8	0,20	4,30	37,50	32,25	58 050,00
A	0,20	4,30	37,50	21,20	38 160,00
Peso en Kg de Carga Muerta					154 260,00

Losas		Geometria			Peso = Area* P. propio de losa
Cantidad	Tipo	Ancho (m)	Largo (m)	Area (m ²)	Peso propio de losa (Kg/m ²)
29	Losa 1	5,60	7,80	43,68	354,00
Peso en Kg de Carga Muerta					448 418,88

Nivel 1, peso total (Kg)					1 245 802,08
--------------------------	--	--	--	--	--------------

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de peso segundo nivel por carga muerta

Tabla III. **Peso de segundo nivel debido a carga muerta**

Vigas		Geometría			Peso = Vol * γ concreto
Eje	b (m)	h (m)	L (m)	Vol (m³)	
1	0,40	0,80	37,75	12,08	28 992,00
2	0,40	0,80	37,75	12,08	28 992,00
3	0,40	0,80	37,75	12,08	28 992,00
4	0,40	0,80	37,75	12,08	28 992,00
5	0,40	0,80	37,75	12,08	28 992,00
6	0,40	0,80	37,75	12,08	28 992,00
7	0,40	0,80	37,75	12,08	28 992,00
8	0,40	0,80	37,75	12,08	28 992,00
A	0,40	0,80	37,45	11,98	28 761,60
B	0,40	0,80	32,10	10,27	24 652,80
C	0,40	0,80	37,45	11,98	28 761,60
D	0,40	0,80	37,45	11,98	28 761,60
E	0,40	0,80	37,45	11,98	28 761,60
F	0,40	0,80	37,45	11,98	28 761,60
Peso en Kg de Carga Muerta					400 396,80

Columnas		Geometría			Peso = Vol * γ concreto
Eje	b (m)	h (m)	L (m)	Vol (m³)	
1	0,70	0,70	18,00	8,82	21 168,00
2	0,70	0,70	18,00	8,82	21 168,00
3	0,70	0,70	18,00	8,82	21 168,00
4	0,70	0,70	18,00	8,82	21 168,00
5	0,70	0,70	18,00	8,82	21 168,00
6	0,70	0,70	18,00	8,82	21 168,00
7	0,70	0,70	18,00	8,82	21 168,00
8	0,70	0,70	18,00	8,82	21 168,00
Peso en Kg de Carga Muerta					169 344,00

Muros		Geometría			Peso = Vol * γ muro
Eje	b (m)	h (m)	L (m)	Vol (m³)	
1	0,20	2,00	37,50	15,00	27 000,00
8	0,20	2,00	37,50	15,00	27 000,00
A	0,20	2,00	37,50	21,20	38 160,00
Peso en Kg de Carga Muerta					92 160,00

Muros tabique		Geometría			Peso = Vol * γ muro
Eje	b (m)	h (m)	L (m)	Vol (m³)	
2	0,15	1,90	15,00	4,28	7 695,00
3	0,15	1,90	29,75	8,48	15 261,75
4	0,15	1,90	47,40	13,51	24 316,20
5	0,15	1,90	47,40	13,51	24 316,20
6	0,15	1,90	47,40	13,51	24 316,20
7	0,15	1,90	71,10	20,26	36 474,30
B	0,15	1,90	11,19	3,19	5 740,47
C	0,15	1,90	10,00	2,85	5 130,00
D	0,15	1,90	29,25	8,34	15 005,25
E	0,15	1,90	5,30	1,51	2 718,90
F	0,15	1,90	29,25	8,34	15 005,25
Peso en Kg de Carga Muerta					175 979,52

Losas		Geometría			Peso = Area * P. propio de losa
Cantidad	Tipo	Ancho (m)	Largo (m)	Area (m²)	
29	Losa 1	5,60	7,80	43,68	354,00
Peso en Kg de Carga Muerta					448 418,88
Nivel 2, peso total (Kg)					1 110 319,68

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de peso de tercer nivel por carga muerta

Tabla IV. **Peso de tercer nivel debido a carga muerta**

Vigas		Geometría			Peso = Vol * γ concreto
Eje	b (m)	h (m)	L (m)	Vol (m³)	
1	0,40	0,80	37,75	12,08	28 992,00
2	0,40	0,80	37,75	12,08	28 992,00
3	0,40	0,80	37,75	12,08	28 992,00
4	0,40	0,80	37,75	12,08	28 992,00
5	0,40	0,80	37,75	12,08	28 992,00
6	0,40	0,80	37,75	12,08	28 992,00
7	0,40	0,80	37,75	12,08	28 992,00
8	0,40	0,80	37,75	12,08	28 992,00
A	0,40	0,80	37,45	11,98	28 761,60
B	0,40	0,80	32,10	10,27	24 652,80
C	0,40	0,80	37,45	11,98	28 761,60
D	0,40	0,80	37,45	11,98	28 761,60
E	0,40	0,80	37,45	11,98	28 761,60
F	0,40	0,80	37,45	11,98	28 761,60
Peso en Kg de Carga Muerta					400 396,80

Columnas		Geometría			Peso = Vol * γ concreto
Eje	b (m)	h (m)	L (m)	Vol (m³)	
1	0,70	0,70	18,00	8,82	21 168,00
2	0,70	0,70	18,00	8,82	21 168,00
3	0,70	0,70	18,00	8,82	21 168,00
4	0,70	0,70	18,00	8,82	21 168,00
5	0,70	0,70	18,00	8,82	21 168,00
6	0,70	0,70	18,00	8,82	21 168,00
7	0,70	0,70	18,00	8,82	21 168,00
8	0,70	0,70	18,00	8,82	21 168,00
Peso en Kg de Carga Muerta					169 344,00

Muros		Geometría			Peso = Vol * γ muro
Eje	b (m)	h (m)	L (m)	Vol (m³)	
1	0,20	2,00	37,50	15,00	27 000,00
8	0,20	2,00	37,50	15,00	27 000,00
A	0,20	2,00	37,50	21,20	38 160,00
Peso en Kg de Carga Muerta					92 160,00

Muros tabique		Geometría			Peso = Vol * γ muro
Eje	b (m)	h (m)	L (m)	Vol (m³)	
2	0,15	1,65	15,00	3,71	6 682,50
3	0,15	1,65	29,75	7,36	13 253,63
4	0,15	1,65	47,40	11,73	21 116,70
5	0,15	1,65	47,40	11,73	21 116,70
6	0,15	1,65	47,40	11,73	21 116,70
7	0,15	1,65	71,10	17,60	31 675,05
B	0,15	1,65	11,19	2,77	4 985,15
C	0,15	1,65	10,00	2,48	4 455,00
D	0,15	1,65	29,25	7,24	13 030,88
E	0,15	1,65	5,30	1,31	2 361,15
F	0,15	1,65	29,25	7,24	13 030,88
Peso en Kg de Carga Muerta					152 824,32

Losas		Geometría			Peso = Area * P. propio de losa
Cantidad	Tipo	Ancho (m)	Largo (m)	Area (m²) Peso propio de losa (Kg/m²)	
25	Losa 1	5,60	7,80	43,68 354,00	386 568,00
Peso en Kg de Carga Muerta					386 568,00

Jardín		Geometría			Peso = Vol * γ
Elemento	Ancho (m)	Alto (m)	Longitud (m)	Volumen (m³)	
Suelo	1	0,6	89,73	53,838	107 676,00
Banca	0,15	1,2	86,27	15,5286	27 951,48
Peso en Kg de Carga Muerta					135 627,48

Nivel 3, peso total (Kg)					1 184 096,28
--------------------------	--	--	--	--	--------------

Fuente: elaboración propia.

○ **Peso cuarto nivel**

Tabla V. Peso cuarto nivel debido a carga muerta

Vigas	Geometria			Peso = Vol * γ concreto
Eje	Sección (m2)	L (m)	Vol (m³)	
A	0,31	42,00	13,02	31 248,00
B	0,31	42,00	13,02	31 248,00
C	0,31	42,00	13,02	31 248,00
E	0,31	42,00	13,02	31 248,00
Peso en Kg de Carga Muerta				124 992,00

Columnas	Geometria			Peso = Vol * γ concreto
Eje	b (m)	h (m)	L (m)	
1	0,70	0,70	6,00	7 056,00
2	0,70	0,70	6,00	7 056,00
3	0,70	0,70	6,00	7 056,00
4	0,70	0,70	6,00	7 056,00
5	0,70	0,70	6,00	7 056,00
6	0,70	0,70	6,00	7 056,00
7	0,70	0,70	6,00	7 056,00
8	0,70	0,70	6,00	7 056,00
Peso en Kg de Carga Muerta				56 448,00

Losas	Geometria				Peso = Area * P. propio de cubierta
Tipo	Ancho (m)	Largo (m)	Area (m)	Peso propio de losa (Kg/m²)	
Techo 1	9,40	42,00	394,80	12,45	4 915,26
Techo 2	9,40	42,00	394,80	12,45	4 915,26
Techo 3	18,12	42,00	761,04	12,45	9 474,95
Techo 4	18,94	42,00	795,48	13,45	10 699,21
Peso en Kg de Carga Muerta					30 004,67

Nivel 4, peso total (Kg)				211 444,67
--------------------------	--	--	--	------------

Fuente: elaboración propia.

Peso total del primer nivel

$$W1 = W_{cm\ 1} + 70\%W_{cv}$$

$$W1 = 1\ 245\ 802,08 + 0,70 * (800 * 1\ 730,07)$$

$$\text{Peso total de primer nivel } W1 = 2\ 214\ 641,28\ \text{Kg}$$

Peso total del segundo nivel:

$$W2 = W_{cm\ 2} + 70\%W_{cv}$$

$$W2 = 1\ 110\ 319,68 + 0,70 * (600 * 1\ 730,07)$$

$$W2 = 1\ 836\ 949,08\ Kg$$

Peso total del tercer nivel:

$$W3 = W_{cm\ 3} + 70\%W_{cv}$$

$$W3 = 1\ 184\ 096,28 + 0,70 * (500 * 1\ 565,98)$$

$$W3 = 1\ 732\ 189,28\ Kg$$

Peso total cuarto nivel:

$$W4 = W_{cm\ 4} + 70\%W_{cv}$$

$$W4 = 211\ 444,67 + 1 * (0 * 1\ 730,07)$$

$$W4 = 211\ 444,67\ Kg$$

- Peso total del edificio

$$W\ total = W1 + W2 + W3 + W4$$

$$W\ total = 2\ 214\ 641,28Kg + 1\ 836\ 949,08\ Kg + 1\ 732\ 189,28\ Kg + 211\ 444,67\ Kg$$

$$W\ total = 5\ 995\ 224,31\ Kg$$

- Cálculo de corte basal según código AGIES

Con el peso total del edificio se puede calcular el corte basal por medio de método de la carga sísmica equivalente que proporciona la AGIES.

$$T_a = K_T(h_n)^x$$

Donde:

T = período fundamental de vibración de una edificación

$K_T = 0,049$, $x = 0,75$ para sistemas estructurales E1, E3, E4 o E5

h_n = altura en metros del edificio

$$T = 0,049 (17,80)^{0,75} = 0,42 \text{ s}$$

- Determinación de corte basal de diseño según la sección 2.1.1 de NSE-3 de la AGIES.

Datos:

$$S_{cr} = 1,50 \text{ g} \quad S_{1r} = 0,55 \text{ g}$$

$$R = 8 \quad T = 0,42 \text{ s}$$

$$W_{\text{total}} = 5\,995\,224,31 \text{ Kg}$$

El esfuerzo de corte basal total de diseño se calculó de la siguiente forma:

Período de transición según sección 4.3.3.4 de la norma NSE 2, separa los períodos cortos de los largos.

(Ecuación 4-3)
$$T_s = \frac{S_{1s}}{S_{cs}}$$

Donde:

S_{1s} = Valor de S_{1r} ajustado a las condiciones de superficie

S_{cs} = Valor de S_{cr} ajustado a las condiciones de superficie

Ajustes por clase de sitio, indicados en sección 4.3.3.2 de NSE-2.

(Ecuación 4-1)
$$S_{cs} = S_{cr} * F_a$$

(Ecuación 4-2)
$$S_{1s} = S_{1r} * F_v$$

Donde:

S_{cs} = Es la ordenada espectral del sismo extremo en el sitio de interés

S_{cs} = Ordenada espectral correspondiente a períodos de vibración de 1s

F_a = Coeficiente de sitio para períodos de vibración cortos

F_v = Coeficientes de sitio para períodos de vibración largos

$$S_{cs} = S_{cr} * F_a$$

$$S_{cs} = 1,50g * 1,00 = 1,50g$$

$$S_{1s} = S_{1r} * F_v$$

$$S_{1s} = 0,55g * 1,50 = 0,83g$$

$$T_s = \frac{S_{1s}}{S_{cs}}$$

$$T_s = \frac{0,83g}{1,50g} = 0,55s$$

Espectro calibrado al nivel de diseño requerido, definido en la norma NSE 2 de la AGIES sección 4.3.4.2.

(Ecuación 4-4) $S_{cd} = K_d * S_{cs}$

(Ecuación 4-5) $S_{1d} = K_d * S_{1s}$

Donde:

K_d = factor de escala de sismo extremo, 1.

$$S_{cd} = K_d * S_{cs}$$

$$S_{cd} = 1 * 1,50g = 1,50g$$

$$S_{1d} = K_d * S_{1s}$$

$$S_{1d} = 1 * 0,83 = 0,83g$$

Las ordenadas espectrales $S_a(T)$ para cualquier período de vibración T , se definen con

(Ecuación 4-6a) $S_a(T) = S_{cd}$ si $T \leq T_s$

(Ecuación 4-6b) $S_a(T) = S_{1d}/T$ si $T > T_s$

$$T \leq T_s$$

$$0,42 s \leq 0,55 s$$

Utilizar la ecuación 4-6a de la norma NSE 2.

$$S_a(T) = S_{cd}$$

$$S_a(T) = 1,50$$

Coefficiente sísmico al límite de cedencia C_s

El coeficiente se establecerá como se indica en la sección 2.1.2 de la norma NSE 3 de la AGIES.

$$C_s = \frac{S_a(T)}{R}$$

Donde:

$S_a(T)$ = Es la demanda sísmica de diseño para una estructura

R = Factor de reducción según sección 1.6.1 de la norma NSE 3

$$C_s = \frac{1,50}{8} = 0,187$$

Valores mínimos de C_s , establecidos en la sección 2.1.2.1 de la norma NSE 3.

$$C_s \geq 0,044 S_{cd}$$

$$C_s \geq 0,5 \frac{S_{1d}}{R}$$

$$C_s \geq 0,044 S_{cd}$$

$$C_s \geq 0,044 * 1,50$$

$$C_s \geq 0,066$$

$$C_s \geq 0,5 S_{1d}/R$$

$$C_s \geq 0,5 * 0,55/8$$

$$C_s \geq 0,0343$$

\therefore el valor de $C_s = 0,187$

Cortante basal estático a cedencia

$$V_B = C_s * W_s$$

$$V_B = 0,187 * 5\,995\,224,31 = \text{Kg}$$

$$V_{\text{basal}} = 1\,122\,000,00 \text{ Kg}$$

Las fuerzas por nivel se obtendrán de la siguiente manera:

Utilizando la ecuación definida en la sección 2.2 de la norma NSE 3.

$$F_x = V_B * C_{vx}$$

Donde:

$$C_{vx} = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k}$$

F_x = es el cortante de cedencia en el nivel "x" de la edificación

h_x = es la altura del nivel "x" sobre la base

$k = 1$ para $T \leq 0,5 s$

En la tabla VI se muestra la distribución de las fuerzas horizontales en cada nivel.

Tabla VI. **Peso de nivel por la altura sobre la base hasta el nivel**

Nivel	Wx (Kg)	hx (m)	Wx * hx	Cvx	Fx =VB *Cvx (Kg)
4	211 444,67	17,80	3 763 715,13	0,06	69 312,96
3	1 732 189,28	14,00	24 250 649,92	0,40	446 602,41
2	1 836 949,08	10,20	18 736 880,62	0,31	345 060,28
1	2 214 641,28	6,40	14 173 704,19	0,23	261 024,36
		$\Sigma w_i h_i$	60 924 949,85		

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de torsión

La torsión en las estructuras provienen de dos fuentes: la excentricidad en la distribución de las masas y rigideces y la torsión accidental, debida a la incertidumbre de la distribución de las masas y rigideces.

- Determinación de centro de rigidez

El centro de rigidez es el punto donde se concentra la rigidez total del edificio. En este punto se resisten las cargas laterales que afectan a las estructuras. El centro de rigidez en un edificio se encuentra en función de los elementos estructurales verticales sismorresistentes.

Centro de rigidez en nivel 4

Rigidez de columnas (voladizo)

Por ser el último nivel se consideran las columnas en voladizo por lo que, para determinar la rigidez lateral de las columnas se utilizará la siguiente ecuación:

$$K = \frac{1}{\frac{F \cdot H^3}{3 \cdot E_c \cdot I} + \frac{1,2 \cdot F \cdot H}{A \cdot G}}$$

Donde:

F = fuerza lateral

H = altura del muro o columna analizada

E_c = módulo de elasticidad del concreto

A = sección transversal de muro o columna analizada (cm²)

G = módulo de rigidez, donde G = 0,4 * E_c

I = inercia del elemento analizado (m^4)

$$I = \frac{b * h^3}{12}$$

Donde:

b = base de la sección del elemento

h = altura de la sección del elemento

$$K_c = \frac{1}{\frac{69\,312,96 * 300^3}{3 * 15\,100 * \sqrt{350} * \frac{1}{12} * 70 * 70^3} + \frac{1,2 * 69\,312,96 * 300}{70^2 * 0,4 * 15\,100 * \sqrt{350}}} = 0,8705 \text{ cm}^{-1}$$

Rigidez de los marcos: considerando que las secciones de columnas son iguales en todos los marcos, y al ser una columna cuadrada su inercia es igual en los dos sentidos, para obtener la rigidez del marco se multiplicará la rigidez de la columna por el número de columnas que tiene cada marco.

$$K_{mx} = K_c * \text{No. columnas } x = 0,8705 * 4 = 3,4820 \rightarrow \text{eje "X"}$$

$$K_{my} = K_c * \text{No. columnas } y = 0,8705 * 8 = 6,9640 \rightarrow \text{eje "Y"}$$

Tabla VII. **Cálculo de centro de rigidez en eje X, nivel 4**

Centro de rigidez en eje X, Nivel 4					
Marco	No. Columnas	Kc	Km	Dx (m)	Km* Dx
A	8	0,8705	6,964	0	0
B	8	0,8705	6,964	8,2	57,1048
C	8	0,8705	6,964	16,4	114,2096
E	8	0,8705	6,964	32,8	228,4192
		Σ Km	27,856	Σ Km * Dx	399,7336

Fuente: elaboración propia.

$$CR_x = \frac{\sum K_m * D_x}{K_m} = \frac{399,7336}{27,8560} = 14.35 \text{ m} \rightarrow \text{nivel 4 eje "X"}$$

Tabla VIII. **Cálculo de centro de rigidez en eje Y, nivel 4**

Centro de rigidez en eje Y, Nivel 4					
Marco	No. Columnas	Kc	Km	Dy (m)	Km* Dx
1	4	0,8705	3,482	0	0
2	4	0,8705	3,482	6	20,892
3	4	0,8705	3,482	12	41,784
4	4	0,8705	3,482	18	62,676
5	4	0,8705	3,482	24	83,568
6	4	0,8705	3,482	30	104,46
7	4	0,8705	3,482	36	125,352
8	4	0,8705	3,482	42	146,244
		ΣK_m	27,856	$\Sigma K_m * D_x$	584,976

Fuente: elaboración propia.

$$CR_y = \frac{\sum K_m * D_y}{K_m} = \frac{584,9760}{27,8560} = 21,00 \text{ m} \rightarrow \text{nivel 4 eje "Y"}$$

Centro de rigidez en nivel 3

Rigidez de columnas (doblemente empotrado)

Esta condición se considera en las columnas de los primeros niveles de un edificio de varios niveles. Para el cálculo de la rigidez de la columna se utilizará la siguiente ecuación:

$$K_c = \frac{1}{\frac{F * H^3}{12 * E_c * I} + \frac{1,2 * F * H}{A * G}}$$

Donde:

F = fuerza lateral

H = altura del muro o columna analizada

Ec = módulo de elasticidad del concreto

A = sección transversal de muro o columna analizada (cm²)

G = módulo de rigidez, donde $G = 0,4 * E_c$

I = inercia de columnas cuadas para este caso (m⁴)

$$K_c = \frac{1}{\frac{446\,602,41 \cdot 300^3}{12 \cdot 15\,100 \cdot \sqrt{350} \cdot \frac{1}{12} \cdot 70 \cdot 70^3} + \frac{1,2 \cdot 446\,602,41 \cdot 300}{70^2 \cdot 0,4 \cdot 15\,100 \cdot \sqrt{350}}} = 0,4835 \, m^{-1}$$

Tabla IX. **Cálculo de centro de rigidez en eje X, nivel 3**

Centro de Rigidez en X, Nivel 3					
Marco	No. Columnas	Kc	Km	Dx (m)	Km* Dx
A	8	0,4835	3,868	0	0
B	8	0,4835	3,868	8,2	31,7176
C	8	0,4835	3,868	16,4	63,4352
D	8	0,4835	3,868	24,6	95,1528
E	8	0,4835	3,868	32,8	126,8704
F	8	0,4835	3,868	41	158,588
		Σ Km	23,208	Σ Km * Dx	475,764

Fuente: elaboración propia.

$$CR_x = \frac{\sum K_m * D_x}{K_m} = \frac{475,7640}{23,2080} = 20,50 \, m \rightarrow \text{nivel 3 eje "X"}$$

Tabla X. **Calculo de centro de rigidez en eje Y, nivel 3**

Centro de Rigidez en Y, Nivel 3					
Marco	No. Columnas	Kc	Km	Dy (m)	Km* Dx
1	6	0,4835	2,901	0	0
2	6	0,4835	2,901	6	17,406
3	6	0,4835	2,901	12	34,812
4	6	0,4835	2,901	18	52,218
5	6	0,4835	2,901	24	69,624
6	6	0,4835	2,901	30	87,03
7	6	0,4835	2,901	36	104,436
8	6	0,4835	2,901	42	121,842
		Σ Km	23,208	Σ Km * Dx	487,368

Fuente: elaboración propia.

$$CR_Y = \frac{\sum K_m * D_y}{K_m} = \frac{487,3780}{23,208} = 21,00 \text{ m} \rightarrow \text{nivel 3 eje "Y"}$$

Centro de rigidez en nivel 2

Las columnas se consideran doblemente empotradas.

$$K_c = \frac{1}{\frac{F \cdot H^3}{12 \cdot E_c \cdot I} + \frac{1,2 \cdot F \cdot H}{A \cdot G}}$$

$$K_c = \frac{1}{\frac{345 \cdot 060,28 \cdot 300^3}{12 \cdot 15 \cdot 100 \cdot \sqrt{350} \cdot \frac{1}{12} \cdot 70 \cdot 70^3} + \frac{1,2 \cdot 345 \cdot 060,28 \cdot 300}{70^2 \cdot 0,4 \cdot 15 \cdot 100 \cdot \sqrt{350}}} = 0,6248 \text{ m}^{-1}$$

Tabla XI. **Cálculo de centro de rigidez en eje X, nivel 2**

Centro de Rigidez en eje X, Nivel 2					
Marco	No. Columnas	Kc	Km	Dx (m)	Km* Dx
A	8	0,6258	5,0064	0	0
B	8	0,6258	5,0064	8,2	41,05248
C	8	0,6258	5,0064	16,4	82,10496
D	8	0,6258	5,0064	24,6	123,15744
E	8	0,6258	5,0064	32,8	164,20992
F	8	0,6258	5,0064	41	205,2624
		Σ Km	30,0384	Σ Km * Dx	615,7872

Fuente: elaboración propia.

$$CR_x = \frac{\sum K_m * D_x}{K_m} = \frac{615,7872}{30,0384} = 20,50 \text{ m} \rightarrow \text{nivel 2 eje X}$$

Tabla XII. **Cálculo de centro de rigidez en eje Y, nivel 2**

Centro de Rigidez en eje Y, Nivel 2					
Marco	No. Columnas	Kc	Km	Dy (m)	Km* Dy
1	6	0,6258	3,7548	0	0
2	6	0,6258	3,7548	6	22,5288
3	6	0,6258	3,7548	12	45,0576
4	6	0,6258	3,7548	18	67,5864
5	6	0,6258	3,7548	24	90,1152
6	6	0,6258	3,7548	30	112,644
7	6	0,6258	3,7548	36	135,1728
8	6	0,6258	3,7548	42	157,7016
		Σ Km	30,0384	Σ Km * Dy	630,8064

Fuente: elaboración propia.

$$CR_Y = \frac{\sum K_m * D_y}{K_m} = \frac{630,8064}{30,0384} = 21,00 \text{ m} \rightarrow \text{nivel 2 eje "Y"}$$

Centro de rigidez en nivel 1

Las columnas se consideran doblemente empotradas.

$$K_c = \frac{1}{\frac{F \cdot H^3}{12 \cdot E_c \cdot I} + \frac{1,2 \cdot F \cdot H}{A \cdot G}}$$

$$K_c = \frac{1}{\frac{261\,024,36 \cdot 450^3}{12 \cdot 15\,100 \cdot \sqrt{350} \cdot \frac{1}{12} \cdot 70 \cdot 70^3} + \frac{1,2 \cdot 261\,024,36 \cdot 450}{70^2 \cdot 0,4 \cdot 15\,100 \cdot \sqrt{350}}} = 0,1995 \, m^{-1}$$

Tabla XIII. **Cálculo de centro de rigidez en eje X, nivel 1**

Centro de Rigidez en eje X, Nivel 1					
Marco	No. Columnas	Kc	Km	Dx (m)	Km* Dx
A	8	0,1995	1,596	0	0
B	8	0,1995	1,596	8,2	13,0872
C	8	0,1995	1,596	16,4	26,1744
D	8	0,1995	1,596	24,6	39,2616
E	8	0,1995	1,596	32,8	52,3488
F	8	0,1995	1,596	41	65,436
		Σ Km	9,576	Σ Km * Dx	196,308

Fuente: elaboración propia.

$$CR_x = \frac{\sum K_m \cdot D_x}{K_m} = \frac{196,3080}{9,5760} = 20,50 \, m \rightarrow \text{nivel 1 eje "X"}$$

Tabla XIV. **Cálculo de rigidez en eje Y, nivel 1**

Centro de Rigidez en eje Y, Nivel 1					
Marco	No. Columnas	Kc	Km	Dy (m)	Km* Dx
1	6	0,1995	1,197	0	0
2	6	0,1995	1,197	6	7,182
3	6	0,1995	1,197	12	14,364
4	6	0,1995	1,197	18	21,546
5	6	0,1995	1,197	24	28,728
6	6	0,1995	1,197	30	35,91
7	6	0,1995	1,197	36	43,092
8	6	0,1995	1,197	42	50,274
		Σ Km	9,576	Σ Km * Dx	201,096

Fuente: elaboración propia.

$$CR_Y = \frac{\sum K_m * D_y}{K_m} = \frac{201,0960}{9,5760} = 21,00 \text{ m} \rightarrow \text{nivel 1 eje "Y"}$$

En el cálculo para la determinación de la rigidez de las columnas en el nivel 2 y 1 también se utilizó la ecuación para elementos doble empotrados.

- Determinación de centro de masa

El centro de masa es el punto donde actúan las fuerzas producidas por un sismo en una edificación. Para este caso, la distribución de las masas de la planta de cada nivel, varía debido a la asimetría en la distribución de masa. El cálculo del centro de masa se realizó por el método de áreas, considerando que los elementos forman secciones rectangulares cuyo centroide está ubicado a b/2 o h/2 según sea el sentido en cual se requiere ubicar el centro de masa.

Tabla XV. **Cálculo de centro de masa en eje X, nivel 4**

Centro de masa en X, Nivel 4				
No.	Elemento	Peso (Kg)	dx	Área * dx
1	Cubierta metálica	4 221,42	37,26	157 142,36
2	Cubierta metálica	8 108,19	24,6	199 461,47
3	Cubierta metálica	3 886,76	12,3	47 807,15
4	Cubierta metálica	3 886,76	4,1	15 935,72
5	Columnas Eje A	17 875,20	0	0,00
6	Columnas Eje B	17 875,20	8,2	146 576,64
7	Columnas Eje C	17 875,20	16,4	293 153,28
8	Columnas Eje E	17 875,20	32,8	586 306,56
9	Viga Eje A	31 570,56	0	0,00
10	Viga Eje B	31 673,04	8,2	259 718,93
11	Viga Eje C	31 673,04	16,4	519 437,86
12	Viga Eje E	31 673,04	32,8	1 038 875,71
	Σ Peso	218 193,61	Σ Peso * dx	3 264 415,67

Fuente: elaboración propia.

$$CM_x = \frac{\sum \text{Peso} * dx}{\sum \text{Peso}} = \frac{3\,264\,415,67}{218\,193,61} = 14,96 \text{ m} \rightarrow \text{nivel 4 eje "X"}$$

Tabla XVI. **Cálculo de centro de masa en eje Y, nivel 4**

Centro de masa en Y, Nivel 4				
No	Elemento	Peso (Kg)	dy (m)	Área * dy
1	Cubierta metálica	4 221,42	21	88 649,82
2	Cubierta metálica	8 108,18	21	170 271,78
3	Cubierta metálica	3 886,76	21	81 621,96
4	Cubierta metálica	3 895,60	21	81 807,60
5	Columnas Eje 1	8 937,60	42	375 379,20
6	Columnas Eje 2	8 937,60	36	321 753,60
7	Columnas Eje 3	8 937,60	30	268 128,00
8	Columnas Eje 4	8 937,60	24	214 502,40
9	Columnas Eje 5	8 937,60	18	160 876,80
10	Columnas Eje 6	8 937,60	12	107 251,20
11	Columnas Eje 7	8 937,60	6	53 625,60
12	Columnas Eje 8	8 937,60	0	0,00
	Σ Peso	91612,76	Σ Peso * dy	1 923 867,96

Fuente: elaboración propia.

$$CM_y = \frac{\sum \text{Peso} * dy}{\sum \text{Peso}} = \frac{1\,923\,867,96}{91\,612,76} = 21,00 \text{ m} \rightarrow \text{nivel 4 eje "Y"}$$

Tabla XVII. **Cálculo de centro de masa en eje X, nivel 3**

Centro de masa en X, Nivel 3				
No.	Elemento	Peso (Kg)	dy	Área * dx
1	Losa	135 320,64	36,9	4 993 331,62
2	Losa	135 320,64	28,7	3 883 702,37
3	Losa	121 779,84	20,5	2 496 486,72
4	Losa	58 007,04	12,3	713 486,59
5	Losa	174 021,12	4,1	713 486,59
6	Columnas Eje A	28 224,00	0	0,00
7	Columnas Eje B	28 224,00	8,2	231 436,80
8	Columnas Eje C	28 224,00	16,4	462 873,60
9	Columnas Eje D	14 112,00	24,6	347 155,20
10	Columnas Eje E	28 224,00	32,8	925 747,20
11	Columnas Eje F	14 112,00	41	578 592,00
12	Viga Eje A	32 256,00	0	0,00
13	Viga Eje B	27 648,00	8,2	226 713,60
14	Viga Eje C	32 256,00	16,4	528 998,40
15	Viga Eje D	32 256,00	26,4	851 558,40
16	Viga Eje E	32 256,00	32,8	1 057 996,80
17	Viga Eje F	32 256,00	41	1 322 496,00
	Σ Peso	954 497,28	Σ Peso * dx	19 334 061,89

Fuente: elaboración propia.

$$CM_x = \frac{\sum \text{Peso} * dx}{\sum \text{Peso}} = \frac{19\,334\,061,89}{954\,497,28} = 20,25 \text{ m} \rightarrow \text{nivel 3 eje "X"}$$

Tabla XVIII. **Cálculo de centro de masa en eje Y, nivel 3**

Centro de masa en Y, Nivel 3				
No.	Elemento	Peso (Kg)	dy	Área * dy
1	Losa	73 469,76	39	2 865 320,64
2	Losa	104 395,20	33	3 445 041,60
3	Losa	75 391,68	27	2 035 575,36
4	Losa	75 391,68	21	1 583 225,28
5	Losa	75 391,68	15	1 130 875,20
6	Losa	75 391,68	9	678 525,12
7	Losa	145 017,60	3	435 052,80
8	Columnas Eje 1	17 640,00	42	740 880,00
9	Columnas Eje 2	17 640,00	36	635 040,00
10	Columnas Eje 3	17 640,00	30	529 200,00
11	Columnas Eje 4	17 640,00	24	423 360,00
12	Columnas Eje 5	17 640,00	18	317 520,00
13	Columnas Eje 6	17 640,00	12	211 680,00
14	Columnas Eje 7	17 640,00	6	105 840,00
15	Columnas Eje 8	17 640,00	0	0,00
16	Viga Eje 1	48 216,00	42	2 025 072,00
17	Viga Eje 2	48 216,00	36	1 735 776,00
18	Viga Eje 3	48 216,00	30	1 446 480,00
19	Viga Eje 4	38 572,80	24	925 747,20
20	Viga Eje 5	38 572,80	18	694 310,40
21	Viga Eje 6	38 572,80	12	462 873,60
22	Viga Eje 7	48 216,00	6	289 296,00
23	Viga Eje 8	48 216,00	0	0,00
	Σ Peso	1 122 367,68	Σ Peso * dy	22 427 395,20

Fuente: elaboración propia.

$$CM_y = \frac{\sum \text{Peso} * dy}{\sum \text{Peso}} = \frac{22\,427\,395,20}{1\,122\,367,68} = 19,98 \text{ m} \rightarrow \text{nivel 3 eje "Y"}$$

Tabla XIX. **Cálculo centro de masa en eje X, nivel 2**

Centro de masa en X, Nivel 2				
No.	Elemento	Peso (Kg)	dy	Área * dx
1	Losa	108 239,00	36,9	3 994 019,10
2	Losa	108 239,00	28,7	3 106 459,30
3	Losa	108 239,00	20,5	2 218 899,50
4	Losa	92 776,32	12,3	1 141 148,74
5	Losa	92 776,32	4,1	380 382,91
6	Columnas Eje A	28 224,00	0	0,00
7	Columnas Eje B	28 224,00	8,2	231 436,80
8	Columnas Eje C	28 224,00	16,4	462 873,60
9	Columnas Eje D	28 224,00	24,6	694 310,40
10	Columnas Eje E	28 224,00	32,8	925 747,20
11	Columnas Eje F	28 224,00	41	1 157 184,00
12	Viga Eje A	32 256,00	0	0,00
13	Viga Eje B	27 648,00	8,2	226 713,60
14	Viga Eje C	32 256,00	16,4	528 998,40
15	Viga Eje D	32 256,00	26,4	851 558,40
16	Viga Eje E	32 256,00	32,8	1 057 996,80
17	Viga Eje F	32 256,00	41	1 322 496,00
	Σ Peso	868 541,64	Σ Peso * dx	18 300 224,75

Fuente: elaboración propia.

$$CM_x = \frac{\sum \text{Peso} * dx}{\sum \text{Peso}} = \frac{18\,300\,224,75}{868\,541,64} = 21,07 \text{ m} \rightarrow \text{nivel 2 eje "X"}$$

Tabla XX. **Cálculo de centro de masa en eje Y, nivel 2**

Centro de masa en Y, Nivel 2				
No.	Elemento	Peso (Kg)	dy	Área * dy
1	Losa	46 388,16	39	1 809 138,24
2	Losa	77 313,00	33	2 551 329,00
3	Losa	77 313,00	27	2 087 451,00
4	Losa	77 313,00	21	1 623 573,00
5	Losa	77 313,00	15	1 159 695,00
6	Losa	77 313,00	9	695 817,00
7	Losa	77 313,00	3	231 939,00
8	Columnas Eje 1	21 168,00	42	889 056,00
9	Columnas Eje 2	21 168,00	36	762 048,00
10	Columnas Eje 3	21 168,00	30	635 040,00
11	Columnas Eje 4	21 168,00	24	508 032,00
12	Columnas Eje 5	21 168,00	18	381 024,00
13	Columnas Eje 6	21 168,00	12	254 016,00
14	Columnas Eje 7	21 168,00	6	127 008,00
15	Columnas Eje 8	21 168,00	0	0,00
16	Viga Eje 1	48 216,00	42	2 025 072,00
17	Viga Eje 2	48 216,00	36	1 735 776,00
18	Viga Eje 3	48 216,00	30	1 446 480,00
19	Viga Eje 4	48 216,00	24	1 157 184,00
20	Viga Eje 5	48 216,00	18	867 888,00
21	Viga Eje 6	48 216,00	12	578 592,00
22	Viga Eje 7	48 216,00	6	289 296,00
23	Viga Eje 8	48 216,00	0	0,00
	Σ Peso	1 065 338,16	Σ Peso * dy	21 526 158,24

Fuente: elaboración propia.

$$CM_y = \frac{\sum \text{Peso} * dy}{\sum \text{Peso}} = \frac{21\,526\,158,24}{1\,065\,338,16} = 20,20 \text{ m} \rightarrow \text{nivel 2 eje "Y"}$$

El centro de masa en los ejes "X" y "Y" en la planta del primer nivel se encuentra en la misma posición que en la planta del segundo nivel porque tienen la misma distribución de masa por lo que se omite el cálculo y se determina que el centro de masa del nivel uno está localizado en:

$$CM_x = 21,07 \text{ m} \rightarrow \text{nivel 1 eje "X"}$$

$$CM_y = 20,20 \text{ m} \rightarrow \text{nivel 1 eje "Y"}$$

- Cálculo de excentricidad de diseño

La excentricidad de diseño es la adición de la excentricidad directa y la excentricidad accidental.

La excentricidad directa es generada por la diferencia entre el centro de masa y centro de rigidez de la estructura y la excentricidad accidental es el 5 % de la base. Esta se considera debido a que la distribución de las masas es ideal, pero su comportamiento no se puede predecir.

La excentricidad de diseño permite la distribución de las fuerzas horizontales y calcular el incremento de las fuerzas debido a efectos de torsión ocasionados por sismos en la estructura.

Las combinaciones de las excentricidades son las siguientes:

$$e_{1,x,y} = |CM_{x,y} - CR_{x,y}| + 0,05 * b \rightarrow \text{excentricidad de diseño 1}$$

$$e_{2,x,y} = |CM_{x,y} - CR_{x,y}| - 0,05 * b \rightarrow \text{excentricidad de diseño 2}$$

Donde:

CM_{x,y} = centro de masa

CR_{x,y} = centro de rigidez

b = dimensión perpendicular a la del movimiento sísmico en planta

A continuación se muestra el cálculo de excentricidad en "X" del nivel 1:

$$e_{1,x} = |CM_x - CR_x| + 0,05 * b = |21,07 - 20,50| + 0,05 * (41) = 2,62 \text{ m}$$

$$e_{1,x} = 2,80 \text{ m excentricidad de diseño 1}$$

$$e_{2,x} = |CM_x - CR_x| - 0,05 * b = |21,07 - 20,50| - 0,05 * (41) = -1,48 \text{ m}$$

$$e_{2,x} = -1,48 \text{ m excentricidad de diseño 2}$$

Cálculo de excentricidad en "Y" del nivel 1:

$$e_{1,y} = |CM_y - CR_y| + 0,05 * b = |20,20 - 21,00| + 0,05 * (42) = 2,90 \text{ m}$$

$$e_{1,y} = 2,90 \text{ m excentricidad de diseño 1}$$

$$e_{2,y} = |CM_y - CR_y| - 0,05 * b = |20,20 - 21,00| - 0,05 * (42) = -1,30 \text{ m}$$

$$e_{2,y} = -1,30 \text{ m excentricidad de diseño 2}$$

De las excentricidades de diseño calculadas se utilizará la mayor en cada caso.

Tabla XXI. **Excentricidades de diseño para cada nivel en X**

Nivel	CMx-CRx	0,05 * base	Excentricidad de diseño en X	
			CMy-CRy +0,05*b	CMy-CRy -0,05*b
4	-0,6111	2,0500	2,6611	2,6611
3	-0,2442	2,0500	2,2942	-1,8058
2	0,5701	2,0500	2,6201	-1,4799
1	0,5701	2,0500	2,6201	-1,4799

Fuente: elaboración propia.

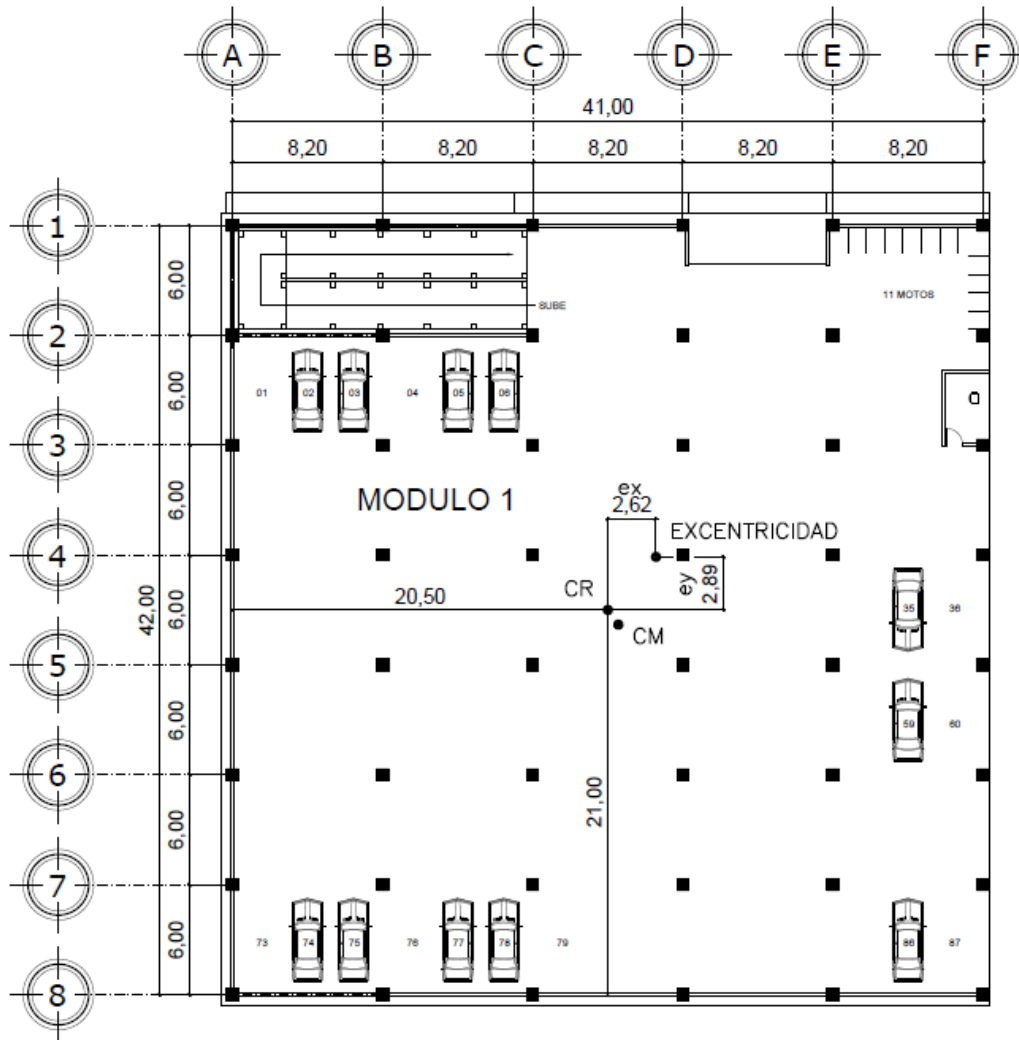
Tabla XXII. **Excentricidades de diseño para cada nivel en Y**

Nivel	CMy-Cry	0,05 * base	Excentricidad de diseño en Y	
			CMy-CRy +0,05*b	CMy-CRy -0,05*b
4	0,0000	2,1000	2,1000	-2,1000
3	-1,0178	2,1000	3,1178	-1,0822
2	-0,7941	2,1000	2,8941	-1,3059
1	-0,7941	2,1000	2,8941	-1,3059

Fuente: elaboración propia.

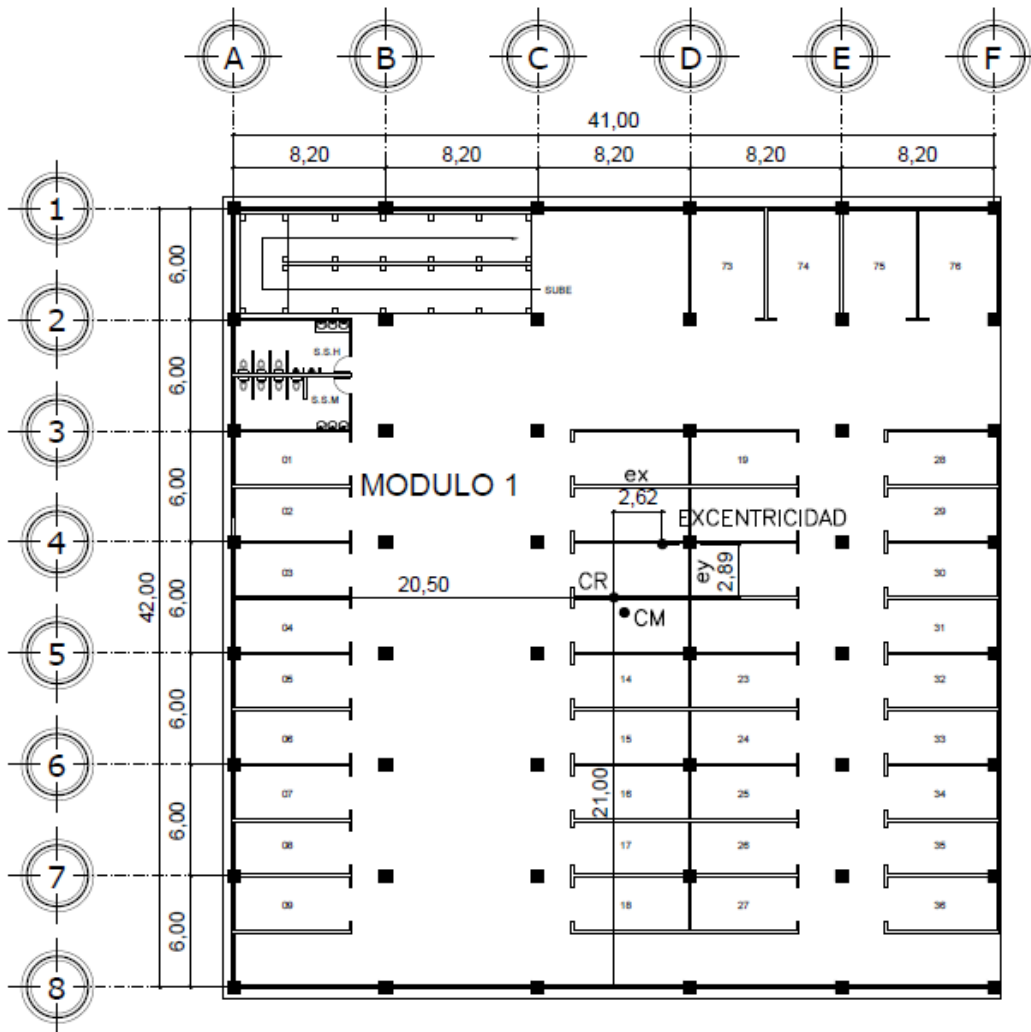
De las excentricidades de diseño calculadas, se utilizará la mayor en cada caso.

Figura 14. **Ubicación de centro de rigidez, centro de masa y excentricidad de diseño en el nivel 1**



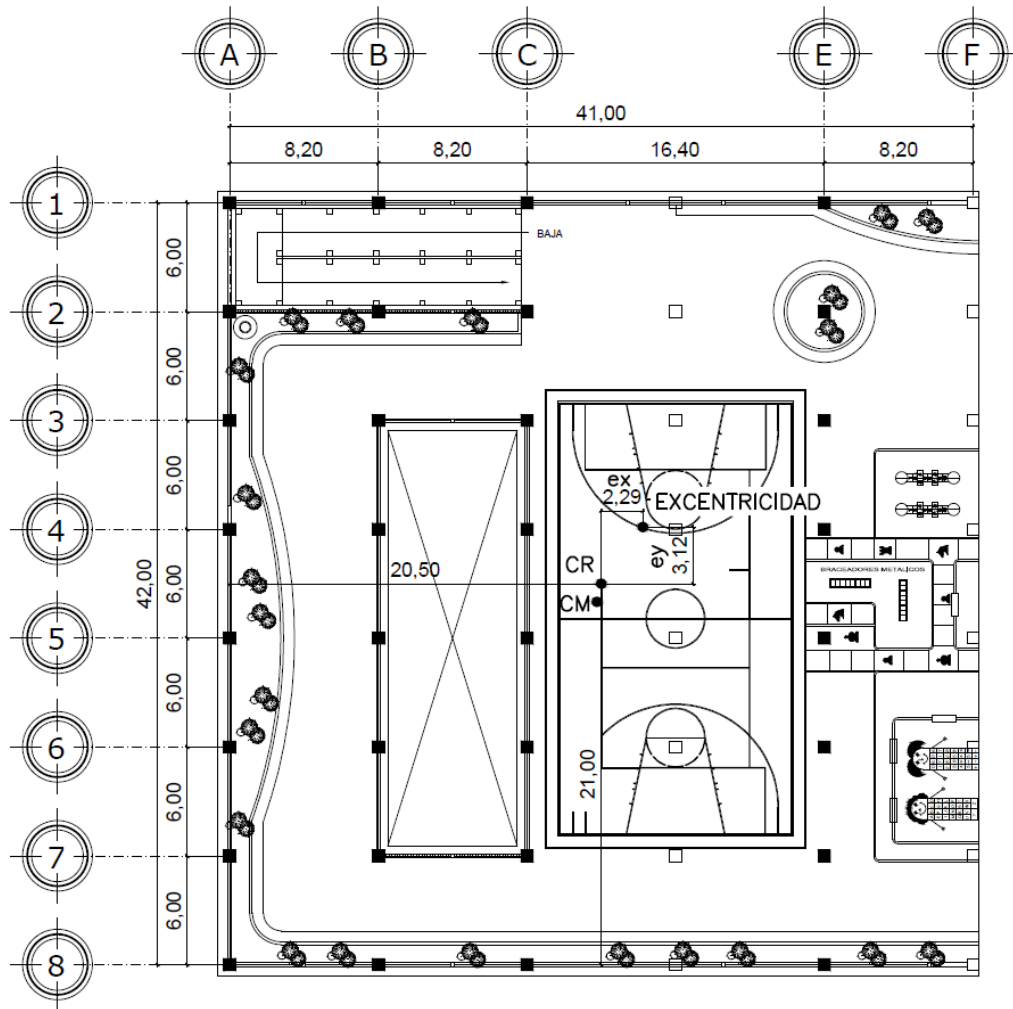
Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Ubicación de centro de rigidez, centro de masa y excentricidad de diseño en el nivel 2**



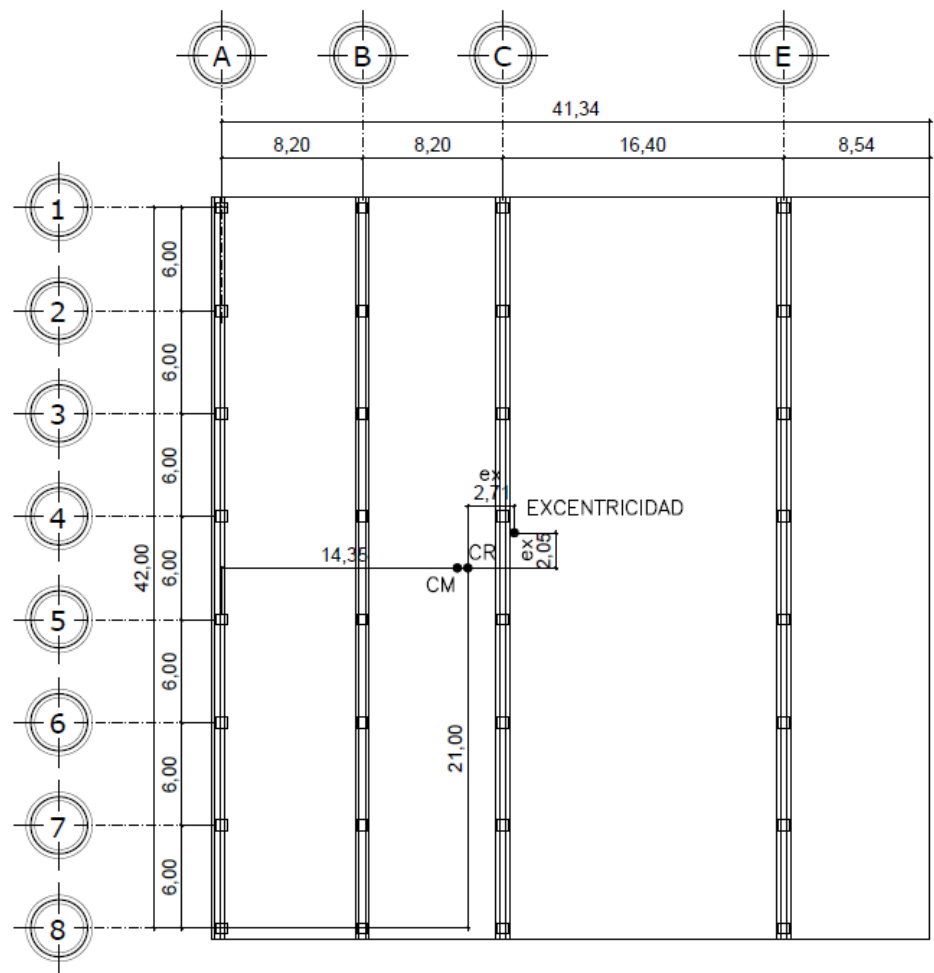
Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **Ubicación de centro de rigidez, centro de masa y excentricidad de diseño en el nivel 3**



Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Ubicación de centro de rigidez, centro de masa y excentricidad de diseño en el nivel 4**



Fuente: elaboración propia.

- Distribución de fuerzas por marco

La distribución de la fuerza lateral de sismo por nivel. A cada marco se realizará por análisis simple. En el análisis se consideran los marcos paralelos a la dirección en que actúa. Existen dos efectos que actúan sobre los marcos: efecto de traslación en la misma dirección de la fuerza y otro de rotación o corte respecto del centro de rigidez, cuando el centro de rigidez no coincide con el centro de masa.

La fuerza total que llega a cada marco se determina por medio de la suma algebraica de la fuerza directamente proporcional a la rigidez de los marcos F_i' (fuerza traslaciones) y la fuerza por torsión F_i'' (fuerza rotacional). La fuerza total que actúa en cada marco se obtiene de la siguiente ecuación:

$$F_m = F_i' \pm F_i''$$

Donde:

F_m = fuerza total en el marco "i"

F_i' = fuerza de origen traslacional (proporcional a la rigidez del marco)

F_i'' = fuerza de origen torcional

La fuerza traslaciones F_i' se define por:

$$F_i' = \frac{K_m}{\sum K_m} * F_i$$

La fuerza torsional F_i'' se define por:

$$F_i'' = \frac{e}{E_i} * F_i$$

Donde:

K_m = rigidez del marco

$\sum K_m$ = rigidez total del nivel

F_i = fuerza por nivel

e = excentricidad de diseño (se utilizará la mayor)

E_i = relación entre rigideces y brazo de cada marco

Donde: $E_i = \frac{\sum(K_m * d_i^2)}{K_m * d_i}$

d_i = distancia entre el centro de rigidez del edificio y el eje de cada marco

En las siguientes tablas se muestran los resultados de la distribución de fuerzas por marco para los cuatro niveles del edificio. Se considero el 100 % de la carga sísmica en ambas direcciones.

Tabla XXIII. Distribución de fuerzas por marco para nivel 4, eje X

Excentricidad	ey	2,66	m		F nivel 4	69 312,96	Kg	
Marco	km	di (m)	km * di	km * di ²	Ei	Fi' (Kg)	Fi'' (Kg)	Fm (Kg)
1	3,48	21,00	73,08	1 534,68	72,00	8 664,12	2 560,73	11 224,85
2	3,48	15,00	52,20	783,00	100,80	8 664,12	1 829,09	10 493,21
3	3,48	9,00	31,32	281,88	168,00	8 664,12	1 097,46	9 761,57
4	3,48	3,00	10,44	31,32	504,00	8 664,12	365,82	9 029,94
5	3,48	-3,00	-10,44	31,32	-504,00	8 664,12	-365,82	8 298,30
6	3,48	-9,00	-31,32	281,88	-168,00	8 664,12	-1 097,46	7 566,66
7	3,48	-15,00	-52,20	783,00	-100,80	8 664,12	-1 829,09	6 835,03
8	3,48	-21,00	-73,08	1 534,68	-72,00	8 664,12	-2 560,73	6 103,39
$\sum km$	27,84		$\sum km * di$	5 261,76				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. Distribución de fuerzas por marco para nivel 4, eje Y

Excentricidad	ex	2,10	m						F nivel 4	69 312,96	Kg
Marco	km	di	km * di	km * di ²	Ei	Fi' (Kg)	Fi'' (Kg)	Fm (Kg)			
A	6,96	-14,34	-99,81	1 431,22	-41,03	17 328,24	-3 547,70	13 780,54			
B	6,96	-6,14	-42,73	262,39	-95,82	17 328,24	-1 519,03	15 809,21			
C	6,96	2,06	14,34	29,54	285,61	17 328,24	509,64	17 837,88			
E	6,96	18,46	128,48	2 371,77	31,87	17 328,24	4 566,98	21 895,22			
Σ km	27,84		Σ km* di ²	4 094,92							

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. Distribución de fuerzas por marco para nivel 3, eje X

Excentricidad	ey	3,11	m				F nivel 3	446 602,41	Kg
Marco	km	di	km * di	km * di2	Ei	Fi' (Kg)	Fi'' (Kg)	Fm (Kg)	
1	2,90	21,00	60,90	1 278,90	72,00	55 825,30	19 290,74	75 116,04	
2	2,90	15,00	43,50	652,50	100,80	55 825,30	13 779,10	69 604,40	
3	2,90	9,00	26,10	234,90	168,00	55 825,30	8 267,46	64 092,76	
4	2,90	3,00	8,70	26,10	504,00	55 825,30	2 755,82	58 581,12	
5	2,90	-3,00	-8,70	26,10	-504,00	55 825,30	-2 755,82	53 069,48	
6	2,90	-9,00	-26,10	234,90	-168,00	55 825,30	-8 267,46	47 557,84	
7	2,90	-15,00	-43,50	652,50	-100,80	55 825,30	-13 779,10	42 046,20	
8	2,90	-21,00	-60,90	1 278,90	-72,00	55 825,30	-19 290,74	36 534,56	
Σ km	23,20		Σ km* di2	4 384,80					

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. Distribución de fuerzas por marco para nivel 3, eje Y

Excentricidad	ex	2,29	m						F nivel 3	446 602,41	Kg
Marco	km	di	km * di	km * di2	Ei	Fi' (Kg)	Fi'' (Kg)	Fm (Kg)			
A	3,86	-20,50	-79,13	1 622,17	-57,40	74 433,73	-17 817,41	56 616,32			
B	3,86	-12,30	-47,48	583,98	-95,67	74 433,73	-10 690,45	63 743,29			
C	3,86	-4,10	-15,83	64,89	-287,00	74 433,73	-3 563,48	70 870,25			
D	3,86	4,10	15,83	64,89	287,00	74 433,73	3 563,48	77 997,22			
E	3,86	12,30	47,48	583,98	95,67	74 433,73	10 690,45	85 124,18			
F	3,86	20,50	79,13	1 622,17	57,40	74 433,73	17 817,41	92 251,15			
Σ km	23,16		Σ km* di2	4 542,06							

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. Distribución de fuerzas por marco nivel 2, eje X

Excentricidad	ey	2,89	m				F nivel 2	345 060,28	Kg
Marco	km	di	km * di	km * di2	Ei	Fi' (Kg)	Fi'' (Kg)	Fm (Kg)	
1	3,75	21,00	78,75	1 653,75	72,00	43 132,53	13 850,34	56 982,87	
2	3,75	15,00	56,25	843,75	100,80	43 132,53	9 893,10	53 025,63	
3	3,75	9,00	33,75	303,75	168,00	43 132,53	5 935,86	49 068,39	
4	3,75	3,00	11,25	33,75	504,00	43 132,53	1 978,62	45 111,15	
5	3,75	-3,00	-11,25	33,75	-504,00	43 132,53	-1 978,62	41 153,92	
6	3,75	-9,00	-33,75	303,75	-168,00	43 132,53	-5 935,86	37 196,68	
7	3,75	-15,00	-56,25	843,75	-100,80	43 132,53	-9 893,10	33 239,44	
8	3,75	-21,00	-78,75	1 653,75	-72,00	43 132,53	-13 850,34	29 282,20	
Σ km	30,00		Σ km* di2	5 670,00					

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. Distribución de fuerzas por marco para nivel 2, eje Y

Excentricidad	ex	2,62	m						F nivel 2	345 060,28	Kg
Marco	km	di	km * di	km * di ²	Ei	Fi' (Kg)	Fi'' (Kg)	Fm (Kg)			
A	5,00	-20,50	-102,50	2 101,25	-57,40	57 510,05	-15 750,14	41 759,91			
B	5,00	-12,30	-61,50	756,45	-95,67	57 510,05	-9 450,08	48 059,96			
C	5,00	-4,10	-20,50	84,05	-287,00	57 510,05	-3 150,03	54 360,02			
D	5,00	4,10	20,50	84,05	287,00	57 510,05	3 150,03	60 660,07			
E	5,00	12,30	61,50	756,45	95,67	57 510,05	9 450,08	66 960,13			
F	5,00	20,50	102,50	2 101,25	57,40	57 510,05	15 750,14	73 260,18			
Σ km	30,00		Σ km* di ²	5 883,50							

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. Distribución de fuerzas por marco para nivel 1, eje X

Excentricidad	ey	2,89	m					F nivel 1	261 024,36	Kg
Marco	km	di	km * di	km * di2	Ei	Fi' (Kg)	Fi'' (Kg)	Fm (Kg)		
1	1,19	21,00	24,99	624,50	75,99	32 628,05	9 927,10	42 555,15		
2	1,19	15,00	17,85	267,75	106,39	32 628,05	7 090,79	39 718,83		
3	1,19	9,00	10,71	96,39	177,31	32 628,05	4 254,47	36 882,52		
4	1,19	3,00	3,57	10,71	531,93	32 628,05	1 418,16	34 046,20		
5	1,19	-3,00	-3,57	10,71	-531,93	32 628,05	-1 418,16	31 209,89		
6	1,19	-9,00	-10,71	96,39	-177,31	32 628,05	-4 254,47	28 373,57		
7	1,19	-15,00	-17,85	267,75	-106,39	32 628,05	-7 090,79	25 537,26		
8	1,19	-21,00	-24,99	524,79	-75,99	32 628,05	-9 927,10	22 700,94		
Σ km	9,52		Σ km* di2	1 898,99						

Fuente: elaboración propia.

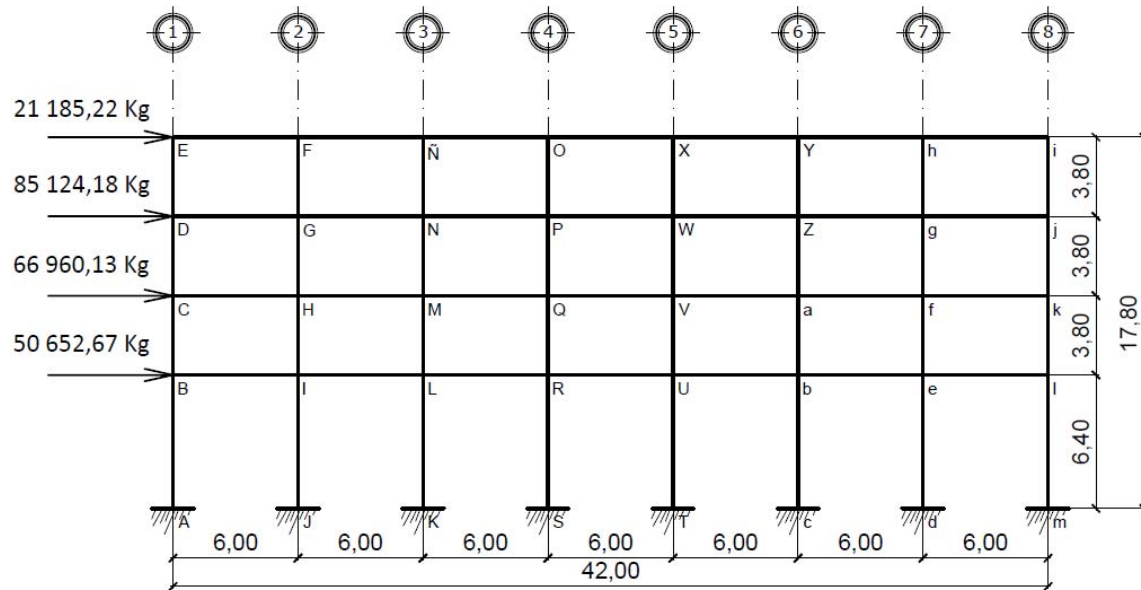
Tabla XXX. Distribución de fuerzas por marco para nivel 1, eje Y

Excentricidad	ex	2,62	m						F nivel 1	261 024,36	Kg
Marco	km	di	km * di	km * di ²	Ei	Fi' (Kg)	Fi'' (Kg)	Fm (Kg)			
A	1,59	-20,50	-32,60	668,20	-57,40	43 504,06	-11 914,35	31 589,71			
B	1,59	-12,30	-19,56	240,55	-95,67	43 504,06	-7 148,61	36 355,45			
C	1,59	-4,10	-6,52	26,73	-287,00	43 504,06	-2 382,87	41 121,19			
D	1,59	4,10	6,52	26,73	287,00	43 504,06	2 382,87	45 886,93			
E	1,59	12,30	19,56	240,55	95,67	43 504,06	7 148,61	50 652,67			
F	1,59	20,50	32,60	668,20	57,40	43 504,06	11 914,35	55 418,41			
Σ km	9,54		Σ km* di ²	1 870,95							

Fuente: elaboración propia.

En la figura18 se muestra la distribución de fuerzas para el marco E. Las fuerzas están en kilogramos y las dimensiones en metros.

Figura 18. **Cargas horizontales marco E, dirección Y**



Fuente: elaboración propia.

2.3.2.4. Análisis estructural por método numérico Kanni y software SAP2000

El procedimiento para el análisis por el método de Kanni es el siguiente:

- Momentos fijos (MF_{ik}), se calculan cuando existen cargas verticales.

$$MF_{ik} = \pm \frac{WL^2}{12}$$

- Rigidez de los elementos (K_{ik}).

$$K_{ik} = \frac{I}{L_{ik}}$$

Donde:

I = Inercia de elementos

L = Longitud del elemento

- Factores de giro o coeficientes de reparto (μ_{ik}).

$$\mu_{ik} = -\frac{1}{2} \left(\frac{K_{ik}}{\sum K_{ik}} \right)$$

- Momentos de sujeción (M_s), se calculan cuando hay cargas verticales.

$$M_s = \sum MF_{ik}$$

- Factores de corrimiento (\ddot{u}_{ik}).

Se calculan cuando existe ladeo causado porque la estructura no es simétrica o cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$\ddot{u} = -\frac{3}{2} \left(\frac{K_{ik}}{\sum K_{ik}} \right)$$

- Fuerzas de sujeción (H).

Se calculan cuando se realiza el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$H = FM_{\text{nivel } n}$$

Donde:

$FM_{\text{nivel } n}$ = fuerza por marco de nivel n, tomada del análisis sísmico.

- Fuerza cortante en piso (Q_n).

Se calcula cuando se hace análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$Q_n = \sum H$$

- Momentos de piso (M_n).

Se calculan cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas marco rígido.

$$M_n = \frac{Q_n * H_n}{3}$$

Donde:

Q_n = fuerza cortante de piso

H_n = altura de piso n

- Cálculo de iteraciones, influencias de giro (M'_{ik}).

$$M'_{ik} = \mu_{ik}(M_s + \sum M'_{ni}) \text{ sin ladeo}$$

$$M'_{ik} = \mu_{ik}(M_s + \sum M'_{ni} + M''_{ni}) \text{ con ladeo}$$

- Cálculo de iteraciones, influencia de desplazamiento (M''_{ik}), se calcula cuando existe ladeo.

$$M''_{ik} = \tilde{v}(\sum M'_{ik} + M'_{ki}) \text{ ladeo por asimetría}$$

$$M''_{ik} = \tilde{v}(M_n + \sum M'_{ik} + M'_{ki}) \text{ ladeo por fuerza horizontal}$$

- Cálculo de momentos finales en el extremo de cada barra (M_{ik}).

$$M_{ik} = MF_{ik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} \text{ sin ladeo}$$

$$M_{ik} = MF_{ik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik} \text{ con ladeo}$$

- Cálculo de momentos positivos en vigas ($M_{ik (+)}$).

$$M_{ik (+)} = \frac{WL^2}{8} - \frac{|M_{i (-)}| + |M_{k (-)}|}{2}$$

Donde:

$M_{i (-)}$ = momento negativo de la viga en el extremo izquierdo

$M_{k (-)}$ = momento negativo de la viga en el extremo derecho

- Método numérico Kanni para análisis de carga muerta

Marco E, dirección Y

- Momentos fijos (MF_{ik})

Cargas uniformemente distribuidas $MF = WL^2/12$

Nivel 1

Viga BI

$$MF_{BI} = - \frac{1\,762,80 * 6,00^2}{12} = -5\,288,40 \text{ Kg} - m$$

$$MF_{BI} = \frac{1\,762,80 * 6,00^2}{12} = 5\,288,40 \text{ Kg} - m$$

Tabla XXXI. **Momentos fijos (MF_{ik})**

Nivel 4					
M EF	-3 010,05	kg-m	M FE	3 010,05	kg-m
M FÑ	-3 010,05	kg-m	M ÑF	3 010,05	kg-m
M ÑO	-3 010,05	kg-m	M OÑ	3 010,05	kg-m
M OX	-3 010,05	kg-m	M XO	3 010,05	kg-m
M XY	-3 010,05	kg-m	M YX	3 010,05	kg-m
M Yh	-3 010,05	kg-m	M hY	3 010,05	kg-m
M hi	-3 010,05	kg-m	M ih	3 010,05	kg-m
Nivel 3					
M DG	-5 288,40	kg-m	M GD	5 288,40	kg-m
M GN	-5 288,40	kg-m	M NG	5 288,40	kg-m
M NP	-5 288,40	kg-m	M PN	5 288,40	kg-m
M PW	-5 288,40	kg-m	M WP	5 288,40	kg-m
M WZ	-5 288,40	kg-m	M ZW	5 288,40	kg-m
M Zg	-5 288,40	kg-m	M gZ	5 288,40	kg-m
M gj	-5 288,40	kg-m	M ig	5 288,40	kg-m
Nivel 2					
M CH	-7 088,40	kg-m	M HC	7 088,40	kg-m
M HM	-7 088,40	kg-m	M MH	7 088,40	kg-m
M MQ	-7 088,40	kg-m	M QM	7 088,40	kg-m
M QV	-7 088,40	kg-m	M VQ	7 088,40	kg-m
M Va	-7 088,40	kg-m	M aV	7 088,40	kg-m
M af	-7 088,40	kg-m	M fa	7 088,40	kg-m
M fk	-7 088,40	kg-m	M kf	7 088,40	kg-m
Nivel 1					
M BI	-5 288,40	kg-m	M IB	5 288,40	kg-m
M IL	-5 288,40	kg-m	M LI	5 288,40	kg-m
M LR	-5 288,40	kg-m	M RL	5 288,40	kg-m
M RU	-5 288,40	kg-m	M UR	5 288,40	kg-m
M Ub	-5 288,40	kg-m	M bU	5 288,40	kg-m
M be	-5 288,40	kg-m	M eb	5 288,40	kg-m
M el	-5 288,40	kg-m	M le	5 288,40	kg-m

Fuente: elaboración propia.

- Rigidez de los elementos $K_{ik} = I/L_{ik}$

Inercia de los elementos rectangulares $I = \frac{b \cdot h^3}{12}$

$$I_{\text{columna}} = \frac{70 \cdot 70^3}{12} = 2\,000\,833,33 \text{ cm}^4$$

$$I_{\text{viga}} = \frac{40 \cdot 80^3}{12} = 1\,706\,666,66 \text{ cm}^4$$

Inercias relativas:

$$I_{\text{columna}} = \frac{I_{\text{columna}}}{I_{\text{columna}}} = 1$$

$$I_{\text{columna}} = \frac{I_{\text{viga}}}{I_{\text{columna}}} = 0,85$$

Rigidez

Tabla XXXII. **Rigideces en columnas**

COLUMNAS		
PRIMER NIVEL		
Elemento		Rigidez
$K_{AB} = K_{BA}$	$K_{TU} = K_{UT}$	0,16
$K_{JI} = K_{IJ}$	$K_{cb} = K_{bc}$	0,16
$K_{KL} = K_{LK}$	$K_{de} = K_{ed}$	0,16
$K_{SR} = K_{RS}$	$K_{ml} = K_{lm}$	0,16
SEGUNDO NIVEL		
Elemento		Rigidez
$K_{BC} = K_{CB}$	$K_{UV} = K_{VU}$	0,26
$K_{IH} = K_{HI}$	$K_{ba} = K_{ab}$	0,26
$K_{LM} = K_{ML}$	$K_{ef} = K_{fe}$	0,26
$K_{RQ} = K_{QR}$	$K_{lk} = K_{kl}$	0,26
TERCER NIVEL		
Elemento		Rigidez
$K_{CD} = K_{DC}$	$K_{VW} = K_{WV}$	0,26
$K_{HG} = K_{GH}$	$K_{az} = K_{za}$	0,26
$K_{MN} = K_{NM}$	$K_{fg} = K_{gf}$	0,26
$K_{QP} = K_{PQ}$	$K_{kj} = K_{jk}$	0,26
CUARTO NIVEL		
Elemento		Rigidez
$K_{DE} = K_{ED}$	$K_{WX} = K_{XW}$	0,26
$K_{GF} = K_{FG}$	$K_{ZY} = K_{YZ}$	0,26
$K_{N\tilde{N}} = K_{\tilde{N}N}$	$K_{gh} = K_{hg}$	0,26
$K_{PO} = K_{OP}$	$K_{ji} = K_{ij}$	0,26

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. **Rigideces en vigas**

VIGAS	
PRIMER NIVEL	
Elemento	Rigidez
$K_{BI} = K_{IB} = K_{IL} = K_{LI} = K_{LR} = K_{RL} = K_{RU} = K_{UR}$	0,14
$K_{Ub} = K_{bU} = K_{be} = K_{eb} = K_{el} = K_{le}$	0,14
SEGUNDO NIVEL	
Elemento	Rigidez
$K_{CH} = K_{HC} = K_{HM} = K_{MH} = K_{MQ} = K_{QM} = K_{QV} = K_{VQ}$	0,14
$K_{Va} = K_{aV} = K_{af} = K_{fa} = K_{fk} = K_{kf}$	0,14
TERCER NIVEL	
Elemento	Rigidez
$K_{DG} = K_{GD} = K_{GN} = K_{NG} = K_{NP} = K_{PN} = K_{PW} = K_{WP}$	0,14
$K_{WZ} = K_{ZW} = K_{Zg} = K_{gZ} = K_{gi} = K_{ig}$	0,14
CUARTO NIVEL	
Elemento	Rigidez
$K_{EF} = K_{FE} = K_{F\tilde{N}} = K_{\tilde{N}F} = K_{\tilde{N}O} = K_{O\tilde{N}} = K_{OX} = K_{XO}$	0,14
$K_{XY} = K_{YX} = K_{Yh} = K_{hY} = K_{hi} = K_{ih}$	0,14

Fuente: elaboración propia.

- Factor de giro o coeficiente de reparto

$$\mu_{ik} = -\frac{1}{2} \left(\frac{K_{ik}}{\sum K_{ik}} \right)$$

Nudo B

$$\mu_{BA} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0,16}{0,16 + 0,14 + 0,26} \right) = -0,14$$

$$\mu_{BI} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0,14}{0,16 + 0,14 + 0,26} \right) = -0,13$$

$$\mu_{BC} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0,26}{0,16 + 0,14 + 0,26} \right) = -0,23$$

Tabla XXXIV. Factores de giro Ejes 1,2,3 y 4

NUDO E		NUDO F		NUDO Ñ		NUDO O	
μ ED	-0,32	μ FE	-0,13	μ ÑF	-0,13	μ OÑ	-0,13
μ EF	-0,18	μ FG	-0,24	μ ÑN	-0,24	μ OP	-0,24
Σ	-0,50	μ FÑ	-0,13	μ ÑO	-0,13	μ OX	-0,13
		Σ	-0,50	Σ	-0,50	Σ	-0,50
NUDO D		NUDO G		NUDO N		NUDO P	
μ DC	-0,20	μ GF	-0,16	μ NÑ	-0,16	μ PO	-0,16
μ DG	-0,10	μ GD	-0,09	μ NG	-0,09	μ PN	-0,09
μ DE	-0,20	μ GH	-0,16	μ NM	-0,16	μ PQ	-0,16
Σ	-0,50	μ GN	-0,09	μ NP	-0,09	μ PW	-0,09
		Σ	-0,50	Σ	-0,50	Σ	-0,50
NUDO C		NUDO H		NUDO M		NUDO Q	
μ CB	-0,20	μ HG	-0,16	μ MN	-0,16	μ QP	-0,16
μ CH	-0,10	μ HC	-0,09	μ MH	-0,09	μ QM	-0,09
μ CD	-0,20	μ HI	-0,16	μ ML	-0,16	μ QR	-0,16
Σ	-0,50	μ HM	-0,09	μ MQ	-0,09	μ QV	-0,09
		Σ	-0,50	Σ	-0,50	Σ	-0,50
NUDO B		NUDO I		NUDO L		NUDO R	
μ BA	-0,14	μ IH	-0,19	μ LM	-0,19	μ RQ	-0,19
μ BI	-0,13	μ IB	-0,10	μ LI	-0,10	μ RL	-0,10
μ BC	-0,23	μ IJ	-0,11	μ LK	-0,11	μ RS	-0,11
Σ	-0,50	μ IL	-0,10	μ LR	-0,10	μ RU	-0,10
		Σ	-0,50	Σ	-0,50	Σ	-0,50

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. Factores de giro ejes 5,6,7 y 8

NUDO X		NUDO Y		NUDO h		NUDO i	
μ_{XO}	-0,13	μ_{YX}	-0,13	μ_{hY}	-0,13	μ_{ij}	-0,32
μ_{XW}	-0,24	μ_{YZ}	-0,24	μ_{hg}	-0,24	μ_{ih}	-0,18
μ_{XY}	-0,13	μ_{Yh}	-0,13	μ_{hi}	-0,13	Σ	-0,50
Σ	-0,50	Σ	-0,50	Σ	-0,50		
NUDO W		NUDO Z		NUDO g		NUDO j	
μ_{WX}	-0,16	μ_{ZY}	-0,16	μ_{gh}	-0,16	μ_{jk}	-0,20
μ_{WP}	-0,09	μ_{ZW}	-0,09	μ_{gZ}	-0,09	μ_{jg}	-0,10
μ_{WV}	-0,16	μ_{Za}	-0,16	μ_{gf}	-0,16	μ_{ji}	-0,20
μ_{WZ}	-0,09	μ_{Zg}	-0,09	μ_{gj}	-0,09	Σ	-0,50
Σ	-0,50	Σ	-0,50	Σ	-0,50		
NUDO V		NUDO a		NUDO f		NUDO k	
μ_{VW}	-0,16	μ_{aZ}	-0,16	μ_{fg}	-0,16	μ_{kl}	-0,20
μ_{VQ}	-0,09	μ_{aV}	-0,09	μ_{fa}	-0,09	μ_{kf}	-0,10
μ_{VU}	-0,16	μ_{ab}	-0,16	μ_{fe}	-0,16	μ_{kj}	-0,20
μ_{Va}	-0,09	μ_{af}	-0,09	μ_{fk}	-0,09	Σ	-0,50
Σ	-0,50	Σ	-0,50	Σ	-0,50		
NUDO U		NUDO b		NUDO e		NUDO l	
μ_{UV}	-0,19	μ_{ba}	-0,19	μ_{ef}	-0,19	μ_{lm}	-0,14
μ_{UR}	-0,10	μ_{bU}	-0,10	μ_{eb}	-0,10	μ_{le}	-0,13
μ_{UT}	-0,11	μ_{bc}	-0,11	μ_{ed}	-0,11	μ_{lk}	-0,23
μ_{Ub}	-0,10	μ_{be}	-0,10	μ_{el}	-0,10	Σ	-0,50
Σ	-0,50	Σ	-0,50	Σ	-0,50		

Fuente: elaboración propia.

- Momentos sujeción

$$M_s = \sum M_{F_{ik}}$$

Tabla XXXVI. **Momentos fijos ejes 1, 2, 3, y 4**

Nudo	Ecuación	Momento
B	MF_{BI}	-5 288,40 Kg-m
C	MF_{CH}	-7 088,40 Kg-m
D	MF_{DG}	-5 288,40 Kg-m
E	MF_{EF}	-3 010,05 Kg-m
F	$MF_{FE} + MF_{F\tilde{N}} = 3\,010,05 + (-3\,010,05)$	0 Kg-m
G	$MF_{GD} + MF_{GN} = 5\,288,40 + (-5\,288,40)$	0 Kg-m
H	$MF_{HC} + MF_{HM} = 7\,088,40 + (-7\,088,40)$	0 Kg-m
I	$MF_{IB} + MF_{IL} = 5\,288,40 + (-5\,288,40)$	0 Kg-m
\tilde{N}	$MF_{\tilde{N}F} + MF_{\tilde{N}O} = 3\,010,05 + (-3\,010,05)$	0 Kg-m
N	$MF_{NG} + MF_{NP} = 5\,288,40 + (-5\,288,40)$	0 Kg-m
M	$MF_{MH} + MF_{MQ} = 7\,088,40 + (-7\,088,40)$	0 Kg-m
L	$MF_{LI} + MF_{LR} = 5\,288,40 + (-5\,288,40)$	0 Kg-m
O	$MF_{O\tilde{N}} + MF_{OX} = 3\,010,05 + (-3\,010,05)$	0 Kg-m
P	$MF_{PN} + MF_{PW} = 5\,288,40 + (-5\,288,40)$	0 Kg-m
Q	$MF_{QM} + MF_{QV} = 7\,088,40 + (-7\,088,40)$	0 Kg-m
R	$MF_{RL} + MF_{RU} = 5\,288,40 + (-5\,288,40)$	0 Kg-m

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. Momentos fijos ejes 5, 6, 7, y 8

Nudo	Ecuación	Momento
X	$MF_{XO} + MF_{XY} = 3\,010,05 + (-3\,010,05)$	0 Kg-m
W	$MF_{WP} + MF_{WZ} = 5\,288,40 + (-5\,288,40)$	0 Kg-m
V	$MF_{VQ} + MF_{Va} = 7\,088,40 + (-7\,088,40)$	0 Kg-m
U	$MF_{UR} + MF_{Ub} = 5\,288,40 + (-5\,288,40)$	0 Kg-m
Y	$MF_{YX} + MF_{Yh} = 3\,010,05 + (-3\,010,05)$	0 Kg-m
Z	$MF_{ZW} + MF_{Zg} = 5\,288,40 + (-5\,288,40)$	0 Kg-m
a	$MF_{aV} + MF_{af} = 7\,088,40 + (-7\,088,40)$	0 Kg-m
b	$MF_{bU} + MF_{be} = 5\,288,40 + (-5\,288,40)$	0 Kg-m
h	$MF_{hY} + MF_{hi} = 3\,010,05 + (-3\,010,05)$	0 Kg-m
g	$MF_{gZ} + MF_{gj} = 5\,288,40 + (-5\,288,40)$	0 Kg-m
f	$MF_{fa} + MF_{fk} = 7\,088,40 + (-7\,088,40)$	0 Kg-m
e	$MF_{eb} + MF_{el} = 5\,288,40 + (-5\,288,40)$	0 Kg-m
i	MF_{ih}	3 010,05 Kg-m
j	MF_{jg}	5 288,40 Kg-m
k	MF_{kf}	7 088,40 Kg-m
l	MF_{le}	5 288,40 Kg-m

Fuente: elaboración propia.

- Influencia de giro (M'_{ik}), primera iteración

$$M'_{ik} = \mu_{ik} \left(M_s + \sum (M'_{ni} + M''_{ni}) \right)$$

Tabla XXXVIII. Primera iteración eje 1

Nudo	Ecuación	Momento Kg-m
B	$M'_{BA} = \mu_{BA}(M_{SB} + (M'_{AB} + M'_{IB} + M'_{CB}))$ $M'_{BA} = -0,14 (-5\ 288,40 + (0 + 0 + 0))$	740,20
	$M'_{BI} = \mu_{BI}(M_{SB} + (M'_{AB} + M'_{IB} + M'_{CB}))$ $M'_{BI} = -0,13 (-5\ 288,40 + (0 + 0 + 0))$	687,49
	$M'_{BC} = \mu_{BC}(M_{SB} + (M'_{AB} + M'_{IB} + M'_{CB}))$ $M'_{BC} = -0,23 (-5\ 288,40 + (0 + 0 + 0))$	1 216,32
C	$M'_{CB} = \mu_{CB}(M_{SC} + (M'_{BC} + M'_{HC} + M'_{DC}))$ $M'_{CB} = -0,20 (-7\ 088,40 + (1\ 216,32 + 0 + 0))$	1 174,42
	$M'_{CH} = \mu_{CH}(M_{SC} + (M'_{BC} + M'_{HC} + M'_{DC}))$ $M'_{CH} = -0,10 (-7\ 088,40 + (1\ 216,32 + 0 + 0))$	597,78
	$M'_{CD} = \mu_{CD}(M_{SC} + (M'_{BC} + M'_{HC} + M'_{DC}))$ $M'_{CD} = -0,20 (-7\ 088,40 + (1\ 216,32 + 0 + 0))$	1 174,42
D	$M'_{DC} = \mu_{DC}(M_{SD} + (M'_{CD} + M'_{GD} + M'_{ED}))$ $M'_{DC} = -0,20 (-5\ 288,40 + (1\ 174,42 + 0 + 0))$	842,36
	$M'_{DG} = \mu_{DG}(M_{SD} + (M'_{CD} + M'_{GD} + M'_{ED}))$ $M'_{DG} = -0,10 (-5\ 288,40 + (1\ 076,56 + 0 + 0))$	421,184
	$M'_{DE} = \mu_{DE}(M_{SD} + (M'_{CD} + M'_{GD} + M'_{ED}))$ $M'_{DE} = -0,20 (-5\ 288,40 + (1\ 076,56 + 0 + 0))$	842,36
E	$M'_{ED} = \mu_{ED}(M_{SE} + (M'_{DE} + M'_{FE}))$ $M'_{ED} = -0,32 (-3\ 010,05 + (842,36 + 0 + 0))$	693,66
	$M'_{EF} = \mu_{ED}(M_{SE} + (M'_{DE} + M'_{FE}))$ $M'_{EF} = -0,18 (-3\ 010,05 + (842,36 + 0 + 0))$	390,18

Fuente: elaboración propia.

- Influencia de giro (M'_{ik}), segunda iteración

$$M'_{ik} = \mu_{ik} \left(M_s + \sum (M'_{ni} + M''_{ni}) \right)$$

Tabla XXXIX. Segunda iteración eje 1

Nudo	Ecuación	Momento Kg-m
B	$M'_{BA} = \mu_{BA}(M_{SB} + (M'_{AB} + M'_{IB} + M'_{CB}))$ $M'_{BA} = -0,14 (-5\ 288,40 + (0 - 58,34 + 1\ 174,42))$	584,12
	$M'_{BI} = \mu_{BI}(M_{SB} + (M'_{AB} + M'_{IB} + M'_{CB}))$ $M'_{BI} = -0,13 (-5\ 288,40 + (0 - 58,34 + 1\ 174,42))$	542,40
	$M'_{BC} = \mu_{BC}(M_{SB} + (M'_{AB} + M'_{IB} + M'_{CB}))$ $M'_{BC} = -0,23 (-5\ 288,40 + (0 - 58,34 + 1\ 174,42))$	959,63
C	$M'_{CB} = \mu_{CB}(M_{SC} + (M'_{BC} + M'_{HC} + M'_{DC}))$ $M'_{CB} = -0,20 (-7\ 088,40 + (959,63 - 49,59 + 842,36))$	1 067,20
	$M'_{CH} = \mu_{CH}(M_{SC} + (M'_{BC} + M'_{HC} + M'_{DC}))$ $M'_{CH} = -0,10 (-7\ 088,40 + (959,63 - 49,59 + 842,36))$	533,60
	$M'_{CD} = \mu_{CD}(M_{SC} + (M'_{BC} + M'_{HC} + M'_{DC}))$ $M'_{CD} = -0,20 (-7\ 088,40 + (959,63 - 49,59 + 842,36))$	1 067,20
D	$M'_{DC} = \mu_{DC}(M_{SD} + (M'_{CD} + M'_{GD} + M'_{ED}))$ $M'_{DC} = -0,20 (-5\ 288,40 + (1\ 067,20 - 30,46 + 693,66))$	711,60
	$M'_{DG} = \mu_{DG}(M_{SD} + (M'_{CD} + M'_{GD} + M'_{ED}))$ $M'_{DG} = -0,10 (-5\ 288,40 + (1\ 067,20 - 30,46 + 693,66))$	355,80
	$M'_{DE} = \mu_{DE}(M_{SD} + (M'_{CD} + M'_{GD} + M'_{ED}))$ $M'_{DE} = -0,20 (-5\ 288,40 + (1\ 067,20 - 30,46 + 693,66))$	711,60
E	$M'_{ED} = \mu_{ED}(M_{SE} + (M'_{DE} + M'_{FE}))$ $M'_{ED} = -0,32 (-3\ 010,05 + (711,60 - 49,99))$	751,50
	$M'_{EF} = \mu_{ED}(M_{SE} + (M'_{DE} + M'_{FE}))$ $M'_{EF} = -0,18 (-3\ 010,05 + (842,36 - 49,99))$	422,71

Fuente: elaboración propia.

- Momentos finales en el extremo de cada barra (M_{ik})

$$M_{ik} = MF_{ik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik}$$

Tabla XL. **Momentos finales en columnas eje 1**

Columna	Ecuación	Momento Kg-m
AB	$M_{AB} = MF_{AB} + 2M'_{AB} + M'_{BA} + M''_{AB}$ $M_{AB} = 0 + 2(0) + 593,09 + 0$	593,09
	$M_{BA} = MF_{BA} + 2M'_{BA} + M'_{AB} + M''_{BA}$ $M_{BA} = 0 + 2(593,09) + 0 + 0$	1 186,18
BC	$M_{BC} = MF_{BC} + 2M'_{BC} + M'_{CB} + M''_{BC}$ $M_{BC} = 0 + 2(998,90) + 1 072,51 + 0$	3 070,31
	$M_{CB} = MF_{CB} + 2M'_{CB} + M'_{BC} + M''_{CB}$ $M_{CB} = 0 + 2(1 072,51) + 998,90 + 0$	3 143,92
CD	$M_{CD} = MF_{CD} + 2M'_{CD} + M'_{DC} + M''_{CD}$ $M_{CD} = 0 + 2(1 072,51) + 681,19 + 0$	2 816,21
	$M_{DC} = MF_{DC} + 2M'_{DC} + M'_{CD} + M''_{DC}$ $M_{DC} = 0 + 2(681,19) + 1 072,51 + 0$	2 434,89
DE	$M_{DE} = MF_{DE} + 2M'_{DE} + M'_{ED} + M''_{DE}$ $M_{DE} = 0 + 2(681,19) + 772,52 + 0$	2 134,90
	$M_{ED} = MF_{ED} + 2M'_{ED} + M'_{DE} + M''_{ED}$ $M_{ED} = 0 + 2(772,52) + 681,19 + 0$	2 226,23

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLI. **Momentos finales vigas vano entre Eje 1 y Eje 2**

Viga	Ecuación	Momento Kg-m
BI	$M_{BI} = MF_{BI} + 2M'_{BI} + M'_{IB} + M''_{BI}$	
	$M_{BI} = -5\,288,40 + 2(539,62) - 47,35 + 0$	-4 256,51
	$M_{IB} = MF_{IB} + 2M'_{IB} + M'_{BI} + M''_{BI}$	
	$M_{IB} = 5\,288,40 + 2(-47,35) + 539,62 + 0$	5 733,32
CH	$M_{CH} = MF_{CH} + 2M'_{CH} + M'_{HC} + M''_{CH}$	
	$M_{CH} = -7\,088,40 + 2(579,39) - 40,54 + 0$	-5 970,16
	$M_{HC} = MF_{HC} + 2M'_{HC} + M'_{CH} + M''_{HC}$	
	$M_{HC} = 7\,088,40 + 2(-40,54) + 579,39 + 0$	7 586,71
CD	$M_{DG} = MF_{DG} + 2M'_{DG} + M'_{GD} + M''_{DG}$	
	$M_{DG} = -5\,288,40 + 2(367,99) - 17,42 + 0$	-4 569,84
	$M_{GD} = MF_{GD} + 2M'_{GD} + M'_{DG} + M''_{DG}$	
	$M_{GD} = 5\,288,40 + 2(-17,42) + 367,99 + 0$	5 621,55
DE	$M_{EF} = MF_{EF} + 2M'_{EF} + M'_{FE} + M''_{EF}$	
	$M_{EF} = -3\,010,05 + 2(417,33) - 50,87 + 0$	-2 226,26
	$M_{FE} = MF_{FE} + 2M'_{FE} + M'_{EF} + M''_{FE}$	
	$M_{FE} = -3\,010,05 + 2(-50,87) + 417,33 + 0$	-2 694,46

Fuente: elaboración propia.

- Momentos positivos en vigas ($M_{ik (+)}$)

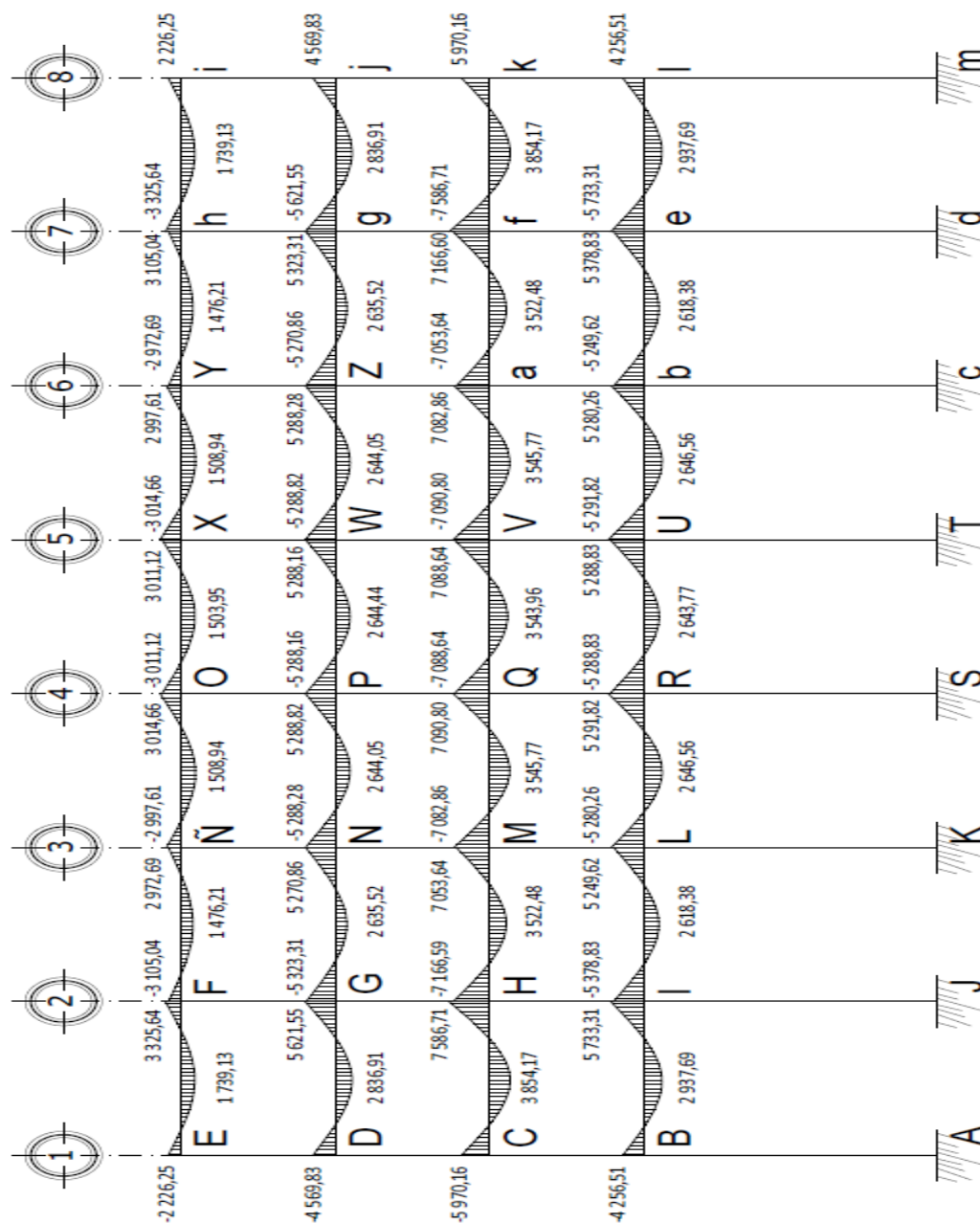
$$M_{ik (+)} = \frac{WL^2}{8} - \frac{|M_{i(-)}| + |M_{k(-)}|}{2}$$

$$M_{IB (+)} = \frac{1\,762,80 * 6,00^2}{8} - \frac{|-4\,256,51| + |5\,733,32|}{2}$$

$$M_{IB (+)} = 2\,937,67 \text{ Kg} - m$$

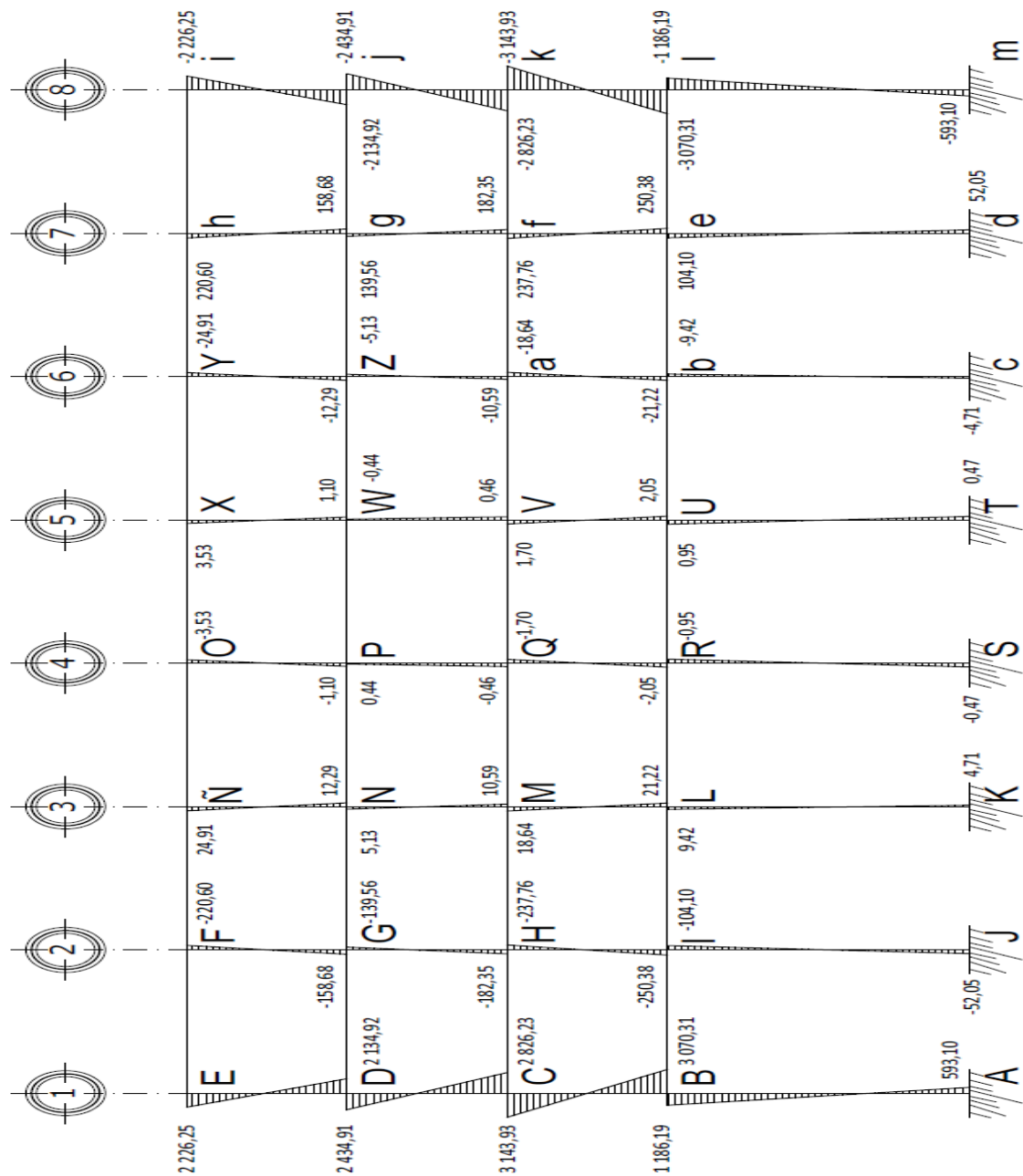
Este procedimiento se utilizó para determinar los momentos finales para columnas y vigas. Los momentos finales se calcularon con base en la decima iteración. Anteriormente solo se mostraron las iteraciones uno y dos para determinados nudos, ver resultados en figura 19 y 20.

Figura 19. Diagrama de momentos en vigas (Kg-m), Carga muerta en marco E



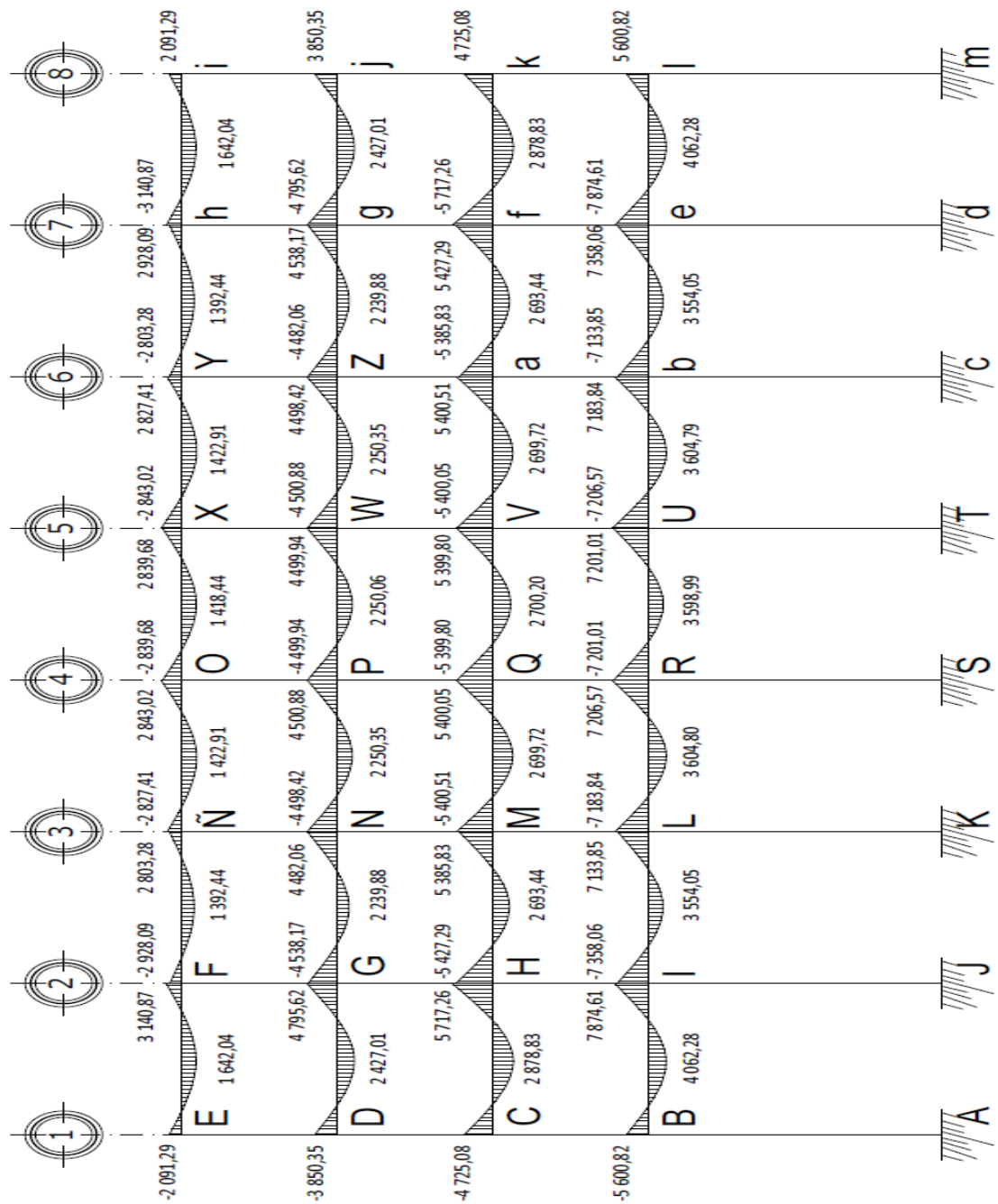
Fuente: elaboración propia.

Figura 20. Diagrama de momentos en columnas (Kg-m), Carga muerta en marco E



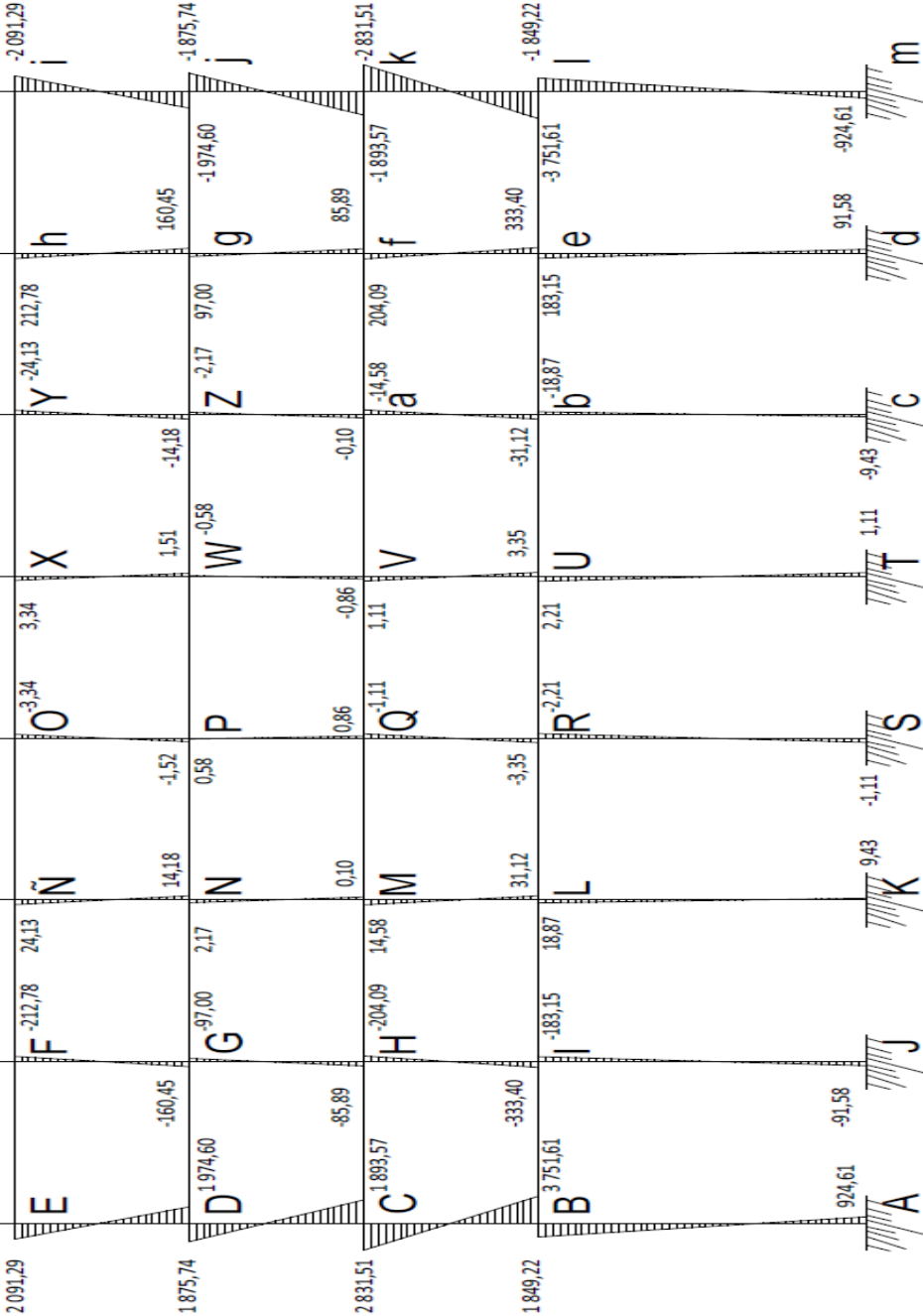
Fuente: elaboración propia.

Figura 21. Diagrama de momentos en vigas (Kg-m), Carga viva en marco E



Fuente: elaboración propia.

el marco E



Fuente: elaboración propia.

En las figuras 21 y 22, mostradas anteriormente, representan los diagramas de momento en vigas y columnas generadas por la carga viva en el marco E. Para el cálculo de momentos de carga vivas se utiliza el mismo procedimiento descrito anteriormente para la carga muerta.

- Método numérico Kanni para análisis de fuerza sísmica

Marco E, dirección Y

- Factores de corrimiento \ddot{u}

Nivel 1

$$\ddot{u}_{AB} = -\frac{3}{2} \left(\frac{K_{AB}}{K_{AB} + K_{JI} + K_{KL} + K_{SR} + K_{TU} + K_{cb} + K_{de} + K_{ml}} \right)$$

$$\ddot{u}_{AB} = -\frac{3}{2} \left(\frac{0,16}{0,16 + 0,16 + 0,16 + 0,16 + 0,16 + 0,16 + 0,16 + 0,16} \right) = -0,19$$

Los factores de corrimiento para los demás elementos se detallan en la tabla XLII.

En la tabla XLIII, se visualizan las fuerzas de sujeción, cortantes de piso y momentos de piso por nivel.

Tabla XLII. Factores de corrimiento

Factores de corrimiento \check{v}_{ij}	
Primer Nivel	
$\check{v}_{AB} = \check{v}_{JI} = \check{v}_{KL} = \check{v}_{SR} = \check{v}_{TU} = \check{v}_{cb} = \check{v}_{de} = \check{v}_{ml}$	-0,19
Segundo Nivel	
$\check{v}_{BC} = \check{v}_{IH} = \check{v}_{LM} = \check{v}_{RQ} = \check{v}_{UV} = \check{v}_{ba} = \check{v}_{ef} = \check{v}_{lk}$	-0,19
Tercer Nivel	
$\check{v}_{CD} = \check{v}_{HG} = \check{v}_{MN} = \check{v}_{QP} = \check{v}_{VW} = \check{v}_{az} = \check{v}_{fg} = \check{v}_{kj}$	-0,19
Cuarto Nivel	
$\check{v}_{ED} = \check{v}_{GF} = \check{v}_{N\check{N}} = \check{v}_{PO} = \check{v}_{WX} = \check{v}_{ZY} = \check{v}_{gh} = \check{v}_{ji}$	-0,19

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIII. Conjunto de fuerzas y momentos para el análisis sísmico

Nivel	Fuerzas de Sujeción Q (Kg-m)	Fuerzas cortantes de piso H (Kg-m)	Momento de piso M (Kg-m)
4	50 652,67	21 185,00	26 834,33
3	66 960,13	106 309,18	134 658,29
2	85 124,18	173 269,31	219 474,46
1	21 185,00	223 921,98	477 700,22

Fuente: elaboración propia.

Los valores de rigideces y factores de giro son los que se calcularon en el análisis de carga muerta.

- Influencias de desplazamiento (M''_{ik}), primera iteración

Nivel 4

$$M''_{DE} = \ddot{u}_{DE}(M_{nivel\ 4} + (M'_{DE} + M'_{ED} + M'_{GF} + M'_{FG} + M'_{N\tilde{N}} + M'_{\tilde{N}N} + M'_{PO} + M'_{OP} \\ + M'_{WX} + M'_{XW} + M'_{ZY} + M'_{YZ} + M'_{gh} + M'_{hg} + M'_{ji} + M'_{ij}))$$

$$M''_{DE} = -0,19(26\ 834,33 + (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0))$$

$$M''_{DE} = M''_{GF} = M''_{N\tilde{N}} = M''_{PO} = M''_{WX} = M''_{ZY} = M''_{gh} = M''_{ji} = -5\ 098,52\ Kg - m$$

El resultado de las influencias de desplazamiento se detallan la tabla XLIV.

Tabla XLIV. **Primera iteración, influencias de desplazamiento**

Factores de corrimiento \ddot{u}_{ij}	
Cuarto Nivel	Momento (Kg-m)
$M''_{DE} = M''_{GF} = M''_{N\tilde{N}} = M''_{PO} = M''_{WX} = M''_{ZY} = M''_{gh} = M''_{ji}$	-5 098,52
Tercer Nivel	
$M''_{CD} = M''_{HG} = M''_{MN} = M''_{QP} = M''_{VW} = M''_{az} = M''_{fg} = M''_{jk}$	-25 585,08
Segundo Nivel	
$M''_{BC} = M''_{IH} = M''_{LM} = M''_{RQ} = M''_{UV} = M''_{ba} = M''_{ef} = M''_{lk}$	-41 700,14
Primer Nivel	
$M''_{AB} = M''_{JI} = M''_{KL} = M''_{SR} = M''_{TU} = M''_{cb} = M''_{de} = M''_{ml}$	-90 763,04

Fuente: elaboración propia.

Influencia de giro (M'_{ik}), primera iteración

$$M'_{ik} = \mu_{ik}(M_s + \sum (M'_{ni} + M''_{ni}))$$

Tabla XLV. Primera iteración, influencias de giro Eje 1

Nudo	Ecuación	Momento Kg-m
B	$M'_{BA} = \mu_{BA}(M_{SB} + (M'_{AB} + M'_{IB} + M'_{CB} + M''_{AB} + M''_{BC}))$ $= -0,14 (0 + (-90\,763,04 - 41\,700,14))$	-18 544,83
	$M'_{BI} = \mu_{BI}(M_{SB} + (M'_{AB} + M'_{IB} + M'_{CB} + M''_{AB} + M''_{BC}))$ $= -0,13 (0 + (-90\,763,04 - 41\,700,14))$	-17 220,21
	$M'_{BC} = \mu_{BC}(M_{SB} + (M'_{AB} + M'_{IB} + M'_{CB} + M''_{AB} + M''_{BC}))$ $= -0,23 (0 + (-96\,766,54 - 44\,463,97))$	30 466,50
C	$M'_{CD} = \mu_{CD}(M_{SC} + (M'_{BC} + M'_{HC} + M'_{DC} + M''_{BC} + M''_{CD}))$ $= -0,20 (0 + (30\,466,50 - 41\,700,14 - 25\,585,08))$	7 363,70
	$M'_{CH} = \mu_{CH}(M_{SC} + (M'_{BC} + M'_{HC} + M'_{DC} + M''_{BC} + M''_{CD}))$ $= -0,10 (0 + (30\,466,50 - 41\,700,14 - 25\,585,08))$	3 681,85
	$M'_{CB} = \mu_{CB}(M_{SC} + (M'_{BC} + M'_{HC} + M'_{DC} + M''_{BC} + M''_{CD}))$ $= -0,20 (0 + (30\,466,50 - 41\,700,14 - 25\,585,08))$	7 363,70
D	$M'_{DC} = \mu_{DC}(M_{SD} + (M'_{CD} + M'_{GD} + M'_{ED} + M''_{CD} + M''_{DE}))$ $= -0,20 (0 + (7\,363,70 - 26\,585,08 - 5\,098,52))$	4 863,96
	$M'_{DG} = \mu_{DG}(M_{SD} + (M'_{CD} + M'_{GD} + M'_{ED} + M''_{CD} + M''_{DE}))$ $= -0,10 (0 + (7\,363,70 - 26\,585,08 - 5\,098,52))$	2 431,98
	$M'_{DE} = \mu_{DE}(M_{SD} + (M'_{CD} + M'_{GD} + M'_{ED} + M''_{CD} + M''_{DE}))$ $= -0,20 (0 + (7\,363,70 - 26\,585,08 - 5\,098,52))$	4 863,96
E	$M'_{ED} = \mu_{ED}(M_{SE} + (M'_{DE} + M'_{FE} + M''_{DE}))$ $M'_{ED} = -0,32 (0 + (4\,863,96 + 0 - 5\,098,52))$	75,36
	$M'_{EF} = \mu_{EF}(M_{SE} + (M'_{DE} + M'_{FE} + M''_{DE}))$ $M'_{EF} = -0,18 (0 + (4\,863,96 + 0 - 5\,098,52))$	42,39

Fuente: elaboración propia.

- Influencias de desplazamiento (M''_{ik}), segunda iteración

Nivel 4

$$M''_{DE} = \ddot{v}_{DE}(M_{nivel\ 4} + (M'_{DE} + M'_{ED} + M'_{GF} + M'_{FG} + M'_{N\ddot{N}} + M'_{\ddot{N}N} + M'_{PO} + M'_{OP} \\ + M'_{WX} + M'_{XW} + M'_{ZY} + M'_{YZ} + M'_{gh} + M'_{hg} + M'_{ji} + M'_{ij}))$$

$$M''_{DE} = -0,19(26\ 834,33 + (4\ 863,96 + 75,36 + 4\ 320,63 + 1\ 189,95 + 3\ 513,08 \\ + 210,42 + 4\ 414,98 + 1\ 181,91 + 3\ 503,35 + 213,80 + 4\ 415,90 \\ + 1\ 181,47 + 3\ 503,23 + 213,89 + 5\ 273,46 + 1\ 595,84))$$

$$M''_{DE} = M''_{GF} = M''_{N\ddot{N}} = M''_{PO} = M''_{WX} = M''_{ZY} = M''_{gh} = M''_{ji} = -12\ 429,16\ Kg - m$$

Tabla XLVI. Segunda iteración, influencias de desplazamiento marco E

Factores de corrimiento \ddot{v}_{ij}	
Cuarto Nivel	Momento (Kg-m)
$M''_{DE} = M''_{GF} = M''_{N\ddot{N}} = M''_{PO} = M''_{WX} = M''_{ZY} = M''_{gh} = M''_{ji}$	-12 429,16
Tercer Nivel	
$M''_{CD} = M''_{HG} = M''_{MN} = M''_{QP} = M''_{VW} = M''_{aZ} = M''_{fg} = M''_{jK}$	-43 870,92
Segundo Nivel	
$M''_{BC} = M''_{IH} = M''_{LM} = M''_{RQ} = M''_{UV} = M''_{ba} = M''_{ef} = M''_{lk}$	-87 869,77
Primer Nivel	
$M''_{AB} = M''_{JI} = M''_{KL} = M''_{SR} = M''_{TU} = M''_{cb} = M''_{de} = M''_{ml}$	-109 982,27

Fuente: elaboración propia.

Influencia de giro (M'_{ik}), primera iteración

$$M'_{ik} = \mu_{ik}(M_s + \sum (M'_{ni} + M''_{ni}))$$

Nudo B

$$M'_{BA} = \mu_{BA}(M_{SB} + (M'_{AB} + M'_{IB} + M'_{CB} + M''_{AB} + M''_{BC}))$$

$$\begin{aligned} M'_{BA} &= -0,14 (0 + (0 + 10\,576,89 + 7\,363,70 - 109\,982,27 - 87\,869,77)) \\ &= 25\,187,60 \text{ Kg} - m \end{aligned}$$

$$M'_{BI} = \mu_{BI}(M_{SB} + (M'_{AB} + M'_{IB} + M'_{CB} + M''_{AB} + M''_{BC}))$$

$$\begin{aligned} M'_{BI} &= -0,13 (0 + (0 + 10\,576,89 + 7\,363,70 - 109\,982,27 - 87\,869,77)) \\ &= 23\,388,49 \text{ Kg} - m \end{aligned}$$

$$M'_{BC} = \mu_{BC}(M_{SB} + (M'_{AB} + M'_{IB} + M'_{CB} + M''_{AB} + M''_{BC}))$$

$$\begin{aligned} M'_{BC} &= -0,23 (0 + (0 + 10\,576,89 + 7\,363,70 - 109\,982,27 - 87\,869,77)) \\ &= 41\,379,63 \text{ Kg} - m \end{aligned}$$

En la tabla XLVII, se localizan los momentos de la influencia de giro de los cuatro nudos del eje 1 del marco analizado.

Tabla XLVII. Segunda iteración, influencias de giro Eje 1

Influencias de giro	
Nudo B	Momento (Kg-m)
$M'_{BA} = \mu_{BA}(M_{SB} + (M'_{AB} + M'_{IB} + M'_{CB} + M''_{AB} + M''_{BC}))$	25 187,60
$M'_{BI} = \mu_{BI}(M_{SB} + (M'_{AB} + M'_{IB} + M'_{CB} + M''_{AB} + M''_{BC}))$	23 388,49
$M'_{BC} = \mu_{BC}(M_{SB} + (M'_{AB} + M'_{IB} + M'_{CB} + M''_{AB} + M''_{BC}))$	41 379,63
Nudo C	
$M'_{CD} = \mu_{CD}(M_{SC} + (M'_{BC} + M'_{HC} + M'_{DC} + M''_{BC} + M''_{CD}))$	15 712,58
$M'_{CH} = \mu_{CH}(M_{SC} + (M'_{BC} + M'_{HC} + M'_{DC} + M''_{BC} + M''_{CD}))$	8 488,24
$M'_{CB} = \mu_{CB}(M_{SC} + (M'_{BC} + M'_{HC} + M'_{DC} + M''_{BC} + M''_{CD}))$	15 712,58
Nudo D	
$M'_{DC} = \mu_{DC}(M_{SD} + (M'_{CD} + M'_{GD} + M'_{ED} + M''_{CD} + M''_{DE}))$	7 500,33
$M'_{DG} = \mu_{DG}(M_{SD} + (M'_{CD} + M'_{GD} + M'_{ED} + M''_{CD} + M''_{DE}))$	4 051,82
$M'_{DE} = \mu_{DE}(M_{SD} + (M'_{CD} + M'_{GD} + M'_{ED} + M''_{CD} + M''_{DE}))$	7 500,33
Nudo E	
$M'_{ED} = \mu_{ED}(M_{SE} + (M'_{DE} + M'_{FE} + M''_{DE}))$	1 391,36
$M'_{EF} = \mu_{EF}(M_{SE} + (M'_{DE} + M'_{FE} + M''_{DE}))$	751,64

Fuente: elaboración propia.

Momentos finales en el extremo de la barra (M_{ik})

$$M_{ik} = MF_{ik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik}$$

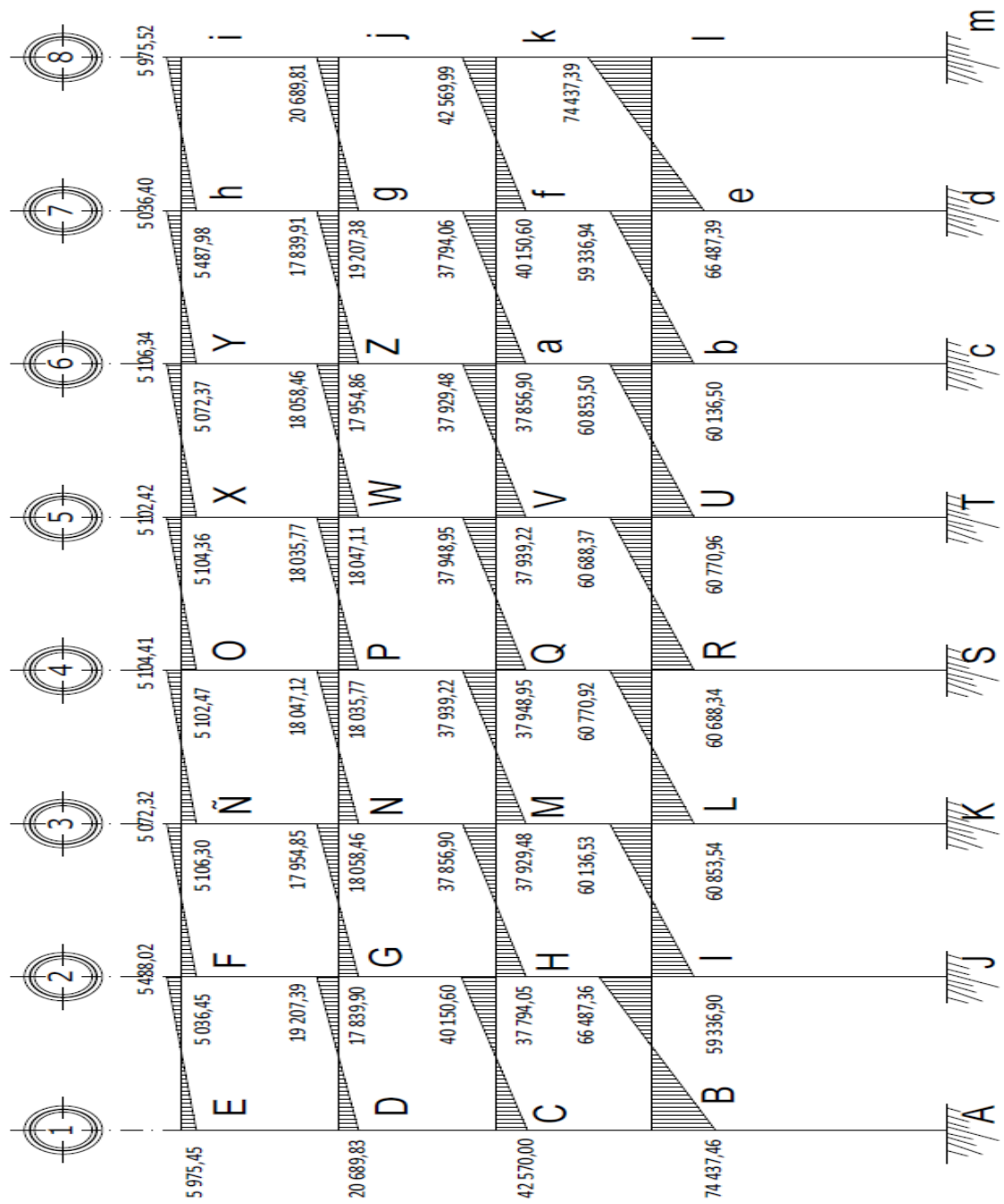
Tabla XLVIII. Segunda iteración, influencias de giro Eje 1

Influencias de giro	
Columna AB	Momento (Kg-m)
$M_{AB} = MF_{AB} + 2M'_{AB} + M'_{BA} + M''_{AB}$ $M_{AB} = 0 + 2(0) + 30\,183,80 - 125\,639,33$	-94 455,53
$M_{BA} = MF_{BA} + 2M'_{BA} + M'_{AB} + M''_{BA}$ $M_{BA} = 0 + 2(30\,183,80) + 0 - 125\,639,33$	-65 271,73
Viga BI	
$M_{BI} = MF_{BI} + 2M'_{BI} + M'_{IB} + M''_{BI}$ $M_{BI} = 0 + 2(27\,462,52) + 19\,512,42 + 0$	74 437,46
$M_{IB} = MF_{IB} + 2M'_{IB} + M'_{BI} + M''_{IB}$ $M_{IB} = 0 + 2(19\,512,42) + 27\,462,5 + 0$	66 487,36

Fuente: elaboración propia.

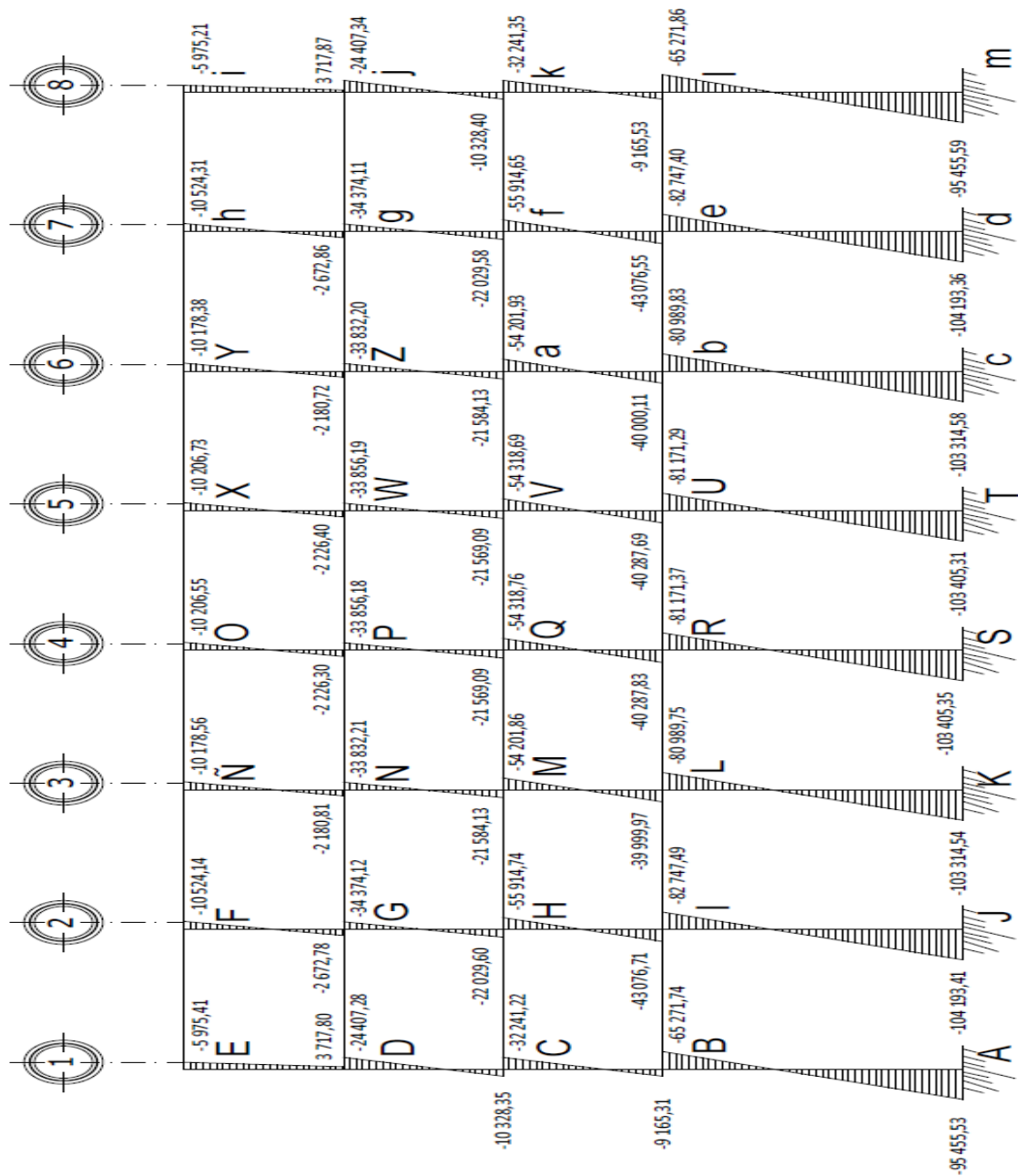
Los resultados de este análisis se mostrará en las figuras 23 y 24. Para el cálculo de momentos finales los datos se obtuvieron de la veinteava iteración.

Figura 23. Diagrama de momentos en vigas (Kg-m), Carga sísmica en el marco E



Fuente: elaboración propia.

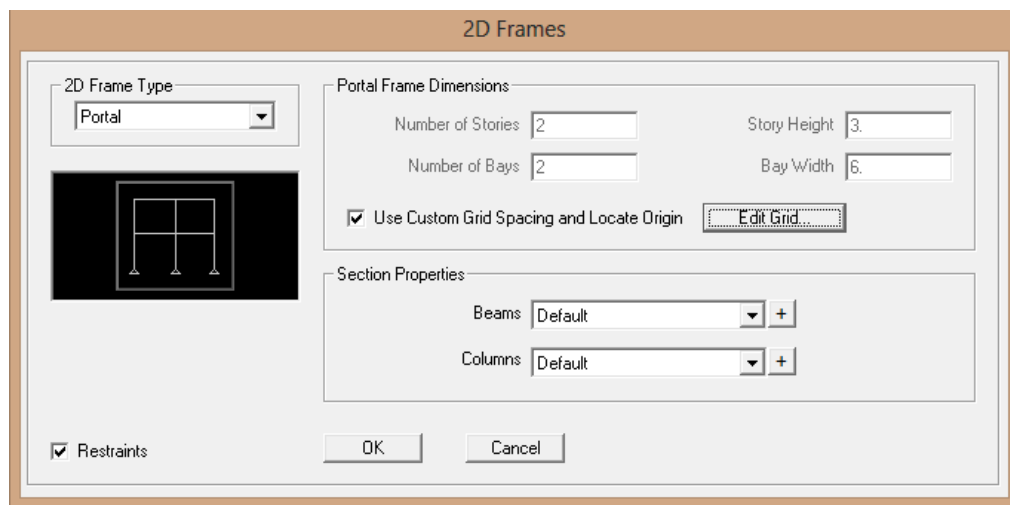
Figura 24. Diagrama de momentos en columnas (Kg-m), Carga sísmica en el marco E



Fuente: elaboración propia.

- Análisis estructural por *software* SAP2000
 - Paso 1
 - Abrir Sap2000.
 - En la opción file, dar clic en *new model*.
 - En la ventana *new model*, seleccionar 2D Frames y dar clic en el *check box* y presionar el botón *Edit Grid*.

Figura 25. **Ventana 2D Frames**



Fuente: ventana Sap2000.

- Paso 2
 - En la casilla *Units*, colocar el sistema en Kgf, m, C.
 - En la ventana *Define Grid System Data*, en *Display Grids as* dar clic en *spacing*.

- Ingresar las dimensiones en el Plano XZ. En *X Grid Data* la dimensión entre ejes del marco. En *Z Grid Data* las dimensiones de las alturas de cada nivel.

Figura 26. **Ventana *Define Grids System Data***

Define Grid System Data

System Name: GLOBAL Units: Kgf, m, C

Grid Lines: Quick Start...

X Grid Data

	Grid ID	Spacing	Line Type	Visibility	Bubble Loc.	Bubble Loc.
1	1	6	Primary	Show	End	
2	2	6	Primary	Show	End	
3	3	6	Primary	Show	End	
4	4	6	Primary	Show	End	
5	5	6	Primary	Show	End	
6	6	6	Primary	Show	End	
7	7	6	Primary	Show	End	
8	8	0	Primary	Show	End	

Y Grid Data

	Grid ID	Spacing	Line Type	Visibility	Bubble Loc.	Bubble Loc.
1	1	0	Primary	Show	Start	
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

Z Grid Data

	Grid ID	Spacing	Line Type	Visibility	Bubble Loc.	Bubble Loc.
1	Z1	6.4	Primary	Show	End	
2	Z2	3.8	Primary	Show	End	
3	Z3	3.8	Primary	Show	End	
4	Z4	3.8	Primary	Show	End	
5	Z5	0	Primary	Show	End	
6						
7						
8						

Display Grids as: ☐ Ordinates ☒ Spacing

☐ Hide All Grid Lines
☐ Glue to Grid Lines

Bubble Size: 1.5

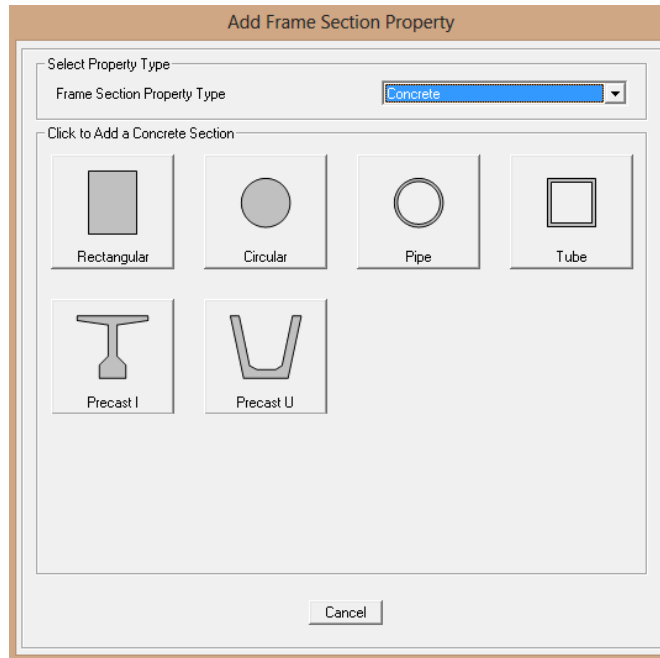
Reset to Default Color
Reorder Ordinates

OK Cancel

Fuente: ventana Sap2000.

- Paso 3
 - En el menú *Define* seleccionar *Section Properties>Frame Sections*.
 - En la ventana *Frame Properties* clic en el botón *New property*.
 - Se mostrará la ventana *Add Frame Section Property*, dar clic en el botón desplegable y seleccionar *Concrete*. Dar clic en rectangular y definir dimensiones de la sección.

Figura 27. **Ventana *Frame Section Property***



Fuente: ventana Sap2000.

- Paso 4
 - Seleccionar columnas, ir a menú *Assign >Frame>Frame Sections*, se abrirá la ventana *Frame Properties*, seleccionar la sección de columna creada.
 - Dar clic en *ok*, el programa asignará la sección a las columnas seleccionadas.
 - Repetir el procedimiento de asignación de sección de columnas para las vigas, en este caso, en la ventana *Frame Properties* seleccionó la sección de vigas.

Paso 5

- Para definir las cargas ir al menú *Define>Load Patterns*, en la ventana *Define Load Patterns*, definir los tipos de carga a utilizar.
- Ir al menú *Assign>Frame Loads>Distributed*, en la ventana *Frame Distributed Loads*, seleccionar el tipo de carga y en *Uniform Load* ingresar el valor de la carga. Este procedimiento es para ingresar carga distribuida viva y muerta.

Figura 28. Ventana *Frame Distributed Loads*

Trapezoidal Loads				
	1.	2.	3.	4.
Distance	0.	0.25	0.75	1.
Load	0.	0.	0.	0.

Fuente: ventana Sap2000.

- En el caso de las cargas producidas por sismo ir al menú *Assign>Joint Load>Forces*, en la ventana *Joint Forces*, seleccionar el tipo de carga y asignar la fuerza en el sentido que es ejercida.

Figura 29. **Ventana *Joint Forces***

The image shows the 'Joint Forces' dialog box. The 'Load Pattern Name' section has a '+' button and a dropdown menu with 'CS' selected. The 'Units' section has a dropdown menu with 'Kgf, m, C' selected. The 'Coordinate System' section has a dropdown menu with 'GLOBAL' selected. The 'Loads' section contains six input fields: 'Force Global X', 'Force Global Y', 'Force Global Z', 'Moment about Global X', 'Moment about Global Y', and 'Moment about Global Z', each with the value '0.'. The 'Options' section has three radio buttons: 'Add to Existing Loads', 'Replace Existing Loads' (selected), and 'Delete Existing Loads'. The 'OK' and 'Cancel' buttons are at the bottom right.

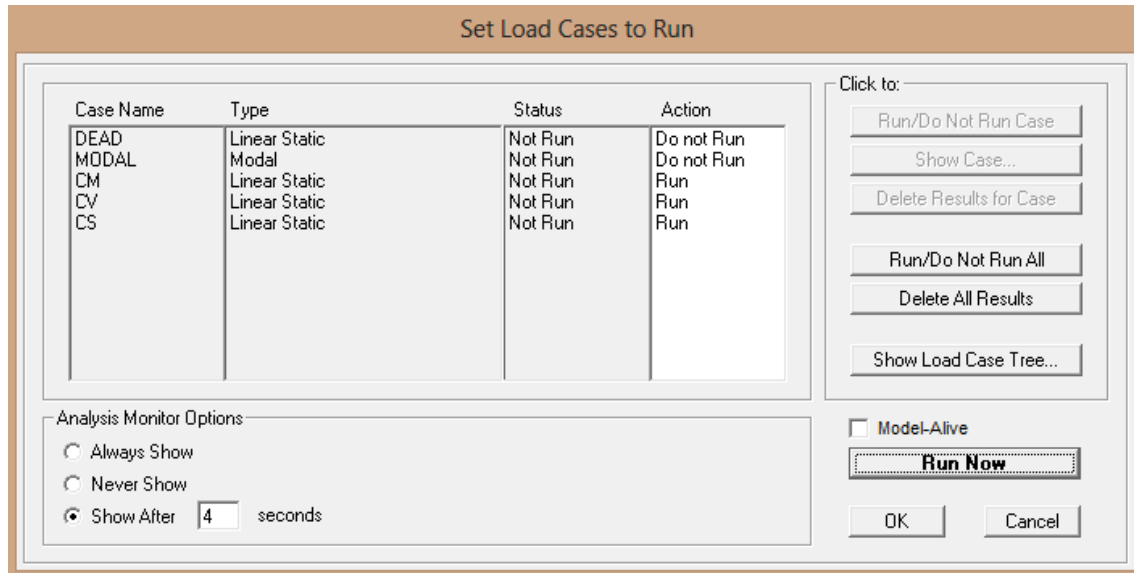
Fuente: ventana Sap2000.

En caso de la asignación de cargas para este marco se ingresará la fuerza en la casilla *Force Global X*, el valor de la fuerza debe ser positivo, pues se está trabajando en el plano XZ.

Paso 6

- Para el análisis ir al menú *Analyze>Run Analysis*
- En la ventana *Set Load Cases to Run* seleccionar los casos que analizará el programa.

Figura 30. **Ventana *Frame Distributed Loads***



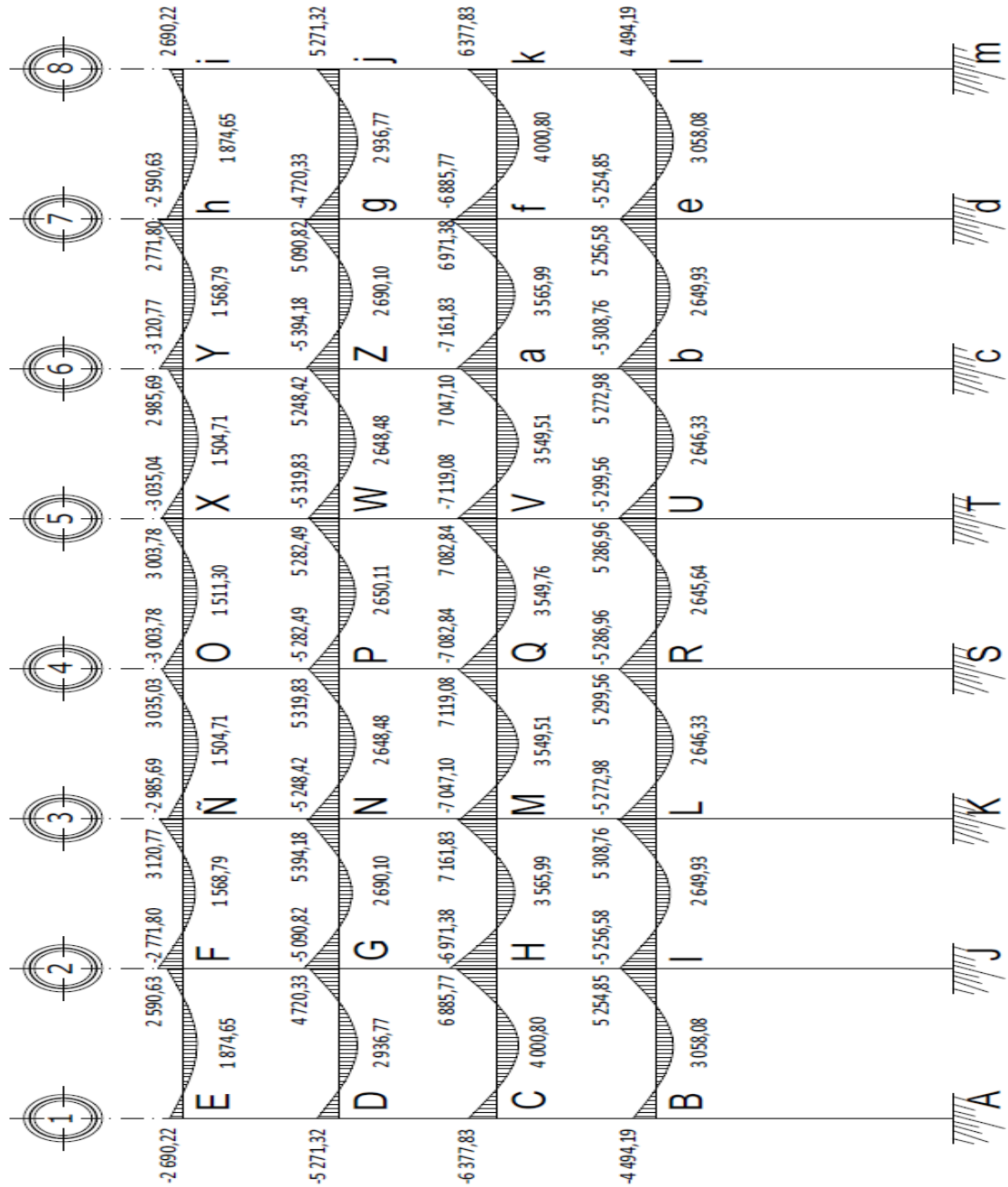
Fuente: ventana Sap2000.

Paso 7

- Para el análisis de las distintas combinaciones de carga, se realiza el procedimiento anteriormente descrito y se agrega lo siguiente: ir al menú *Define >Load Combinations, >Add New Combo*.
- En la ventana *Load Combination Data*, crear las distintas combinaciones de carga.
- Luego, seguir paso 6 para realizar el análisis con el programa.

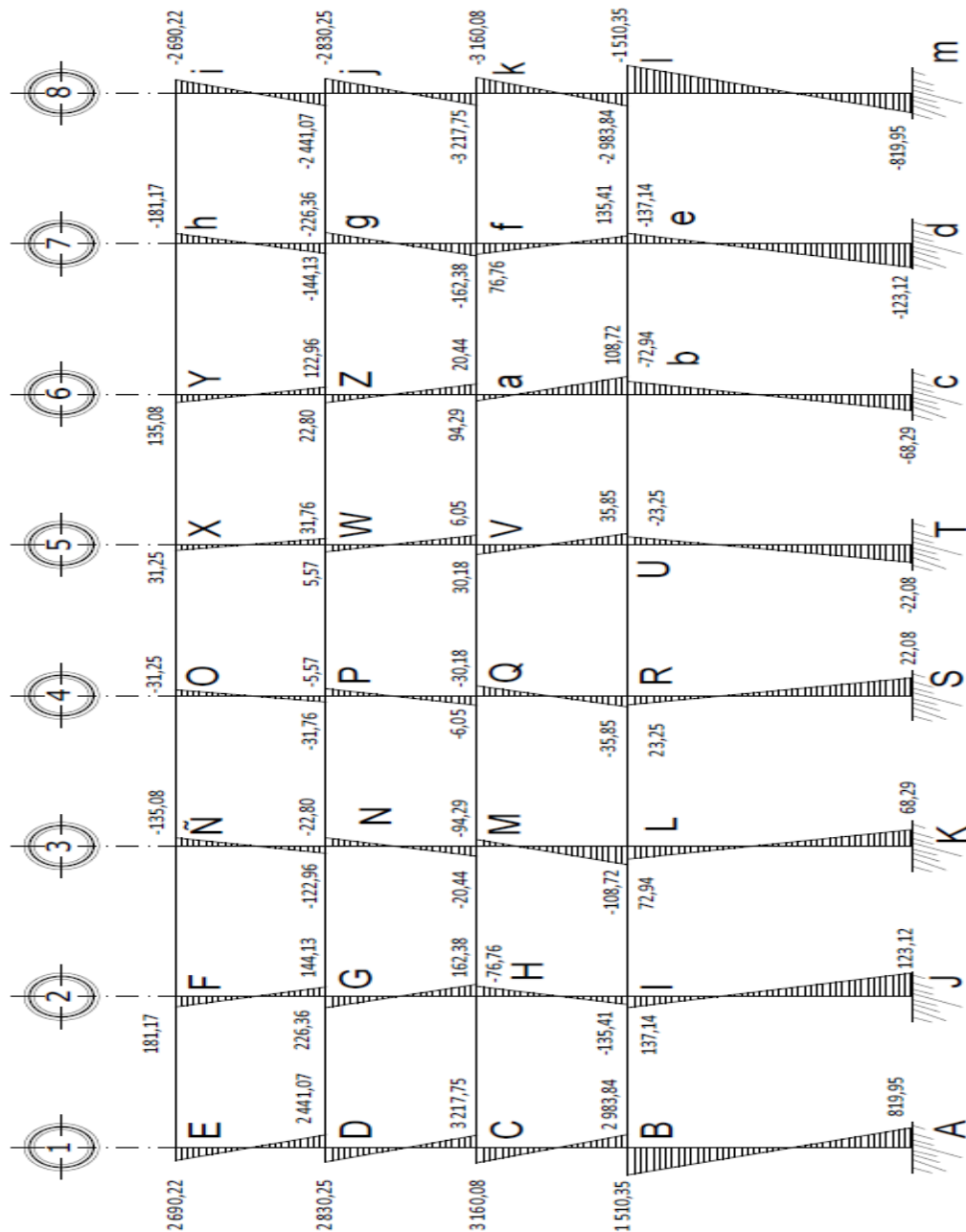
En las siguientes figuras se muestran los resultados del análisis realizado por el programa SAP2000.

Figura 31. Diagrama de momentos Sap2000 en vigas (Kg-m), Carga muerta en marco E



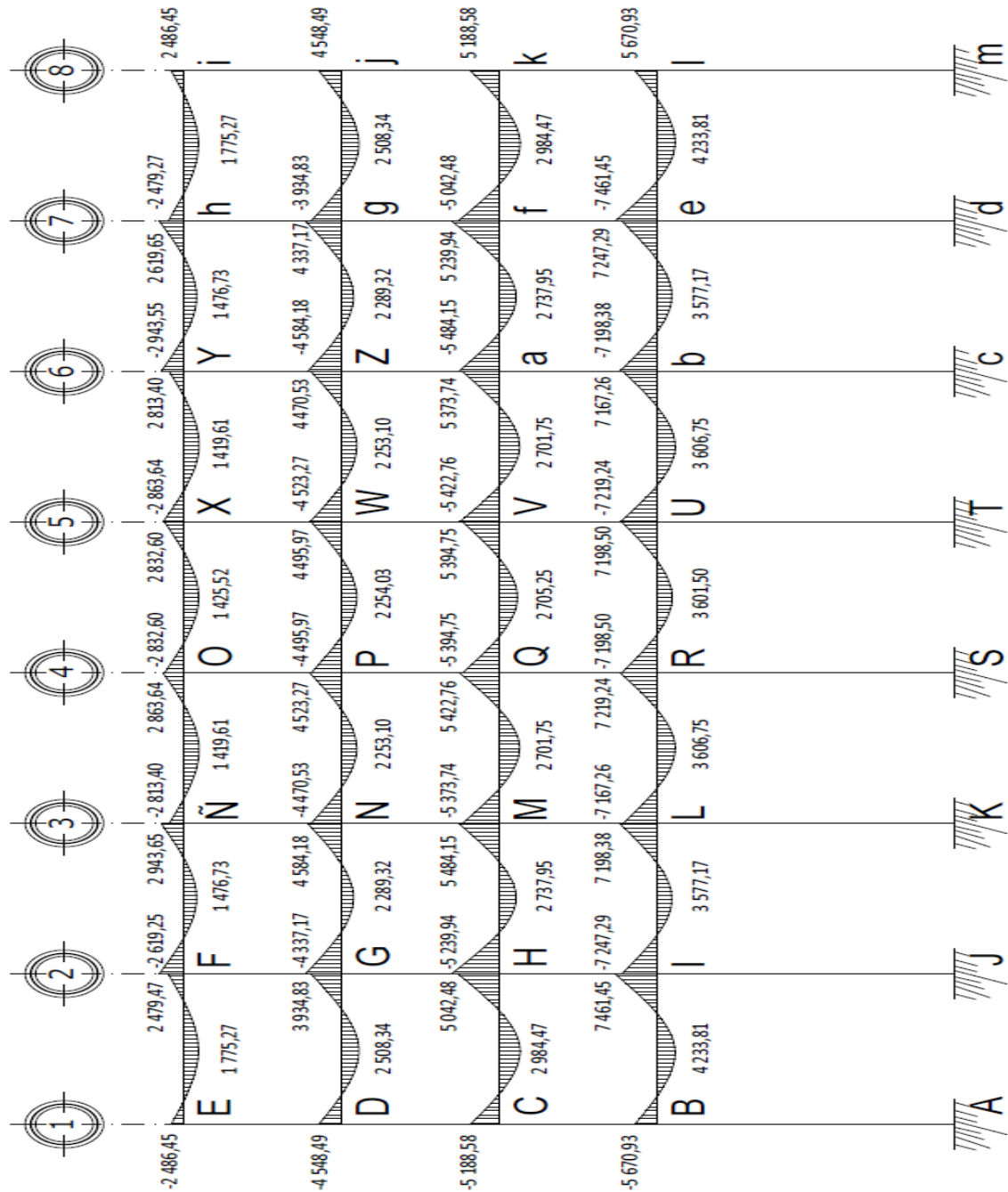
Fuente: elaboración propia.

Figura 32. Diagrama de momentos Sap2000 en columnas (Kg-m), Carga muerta en el marco E



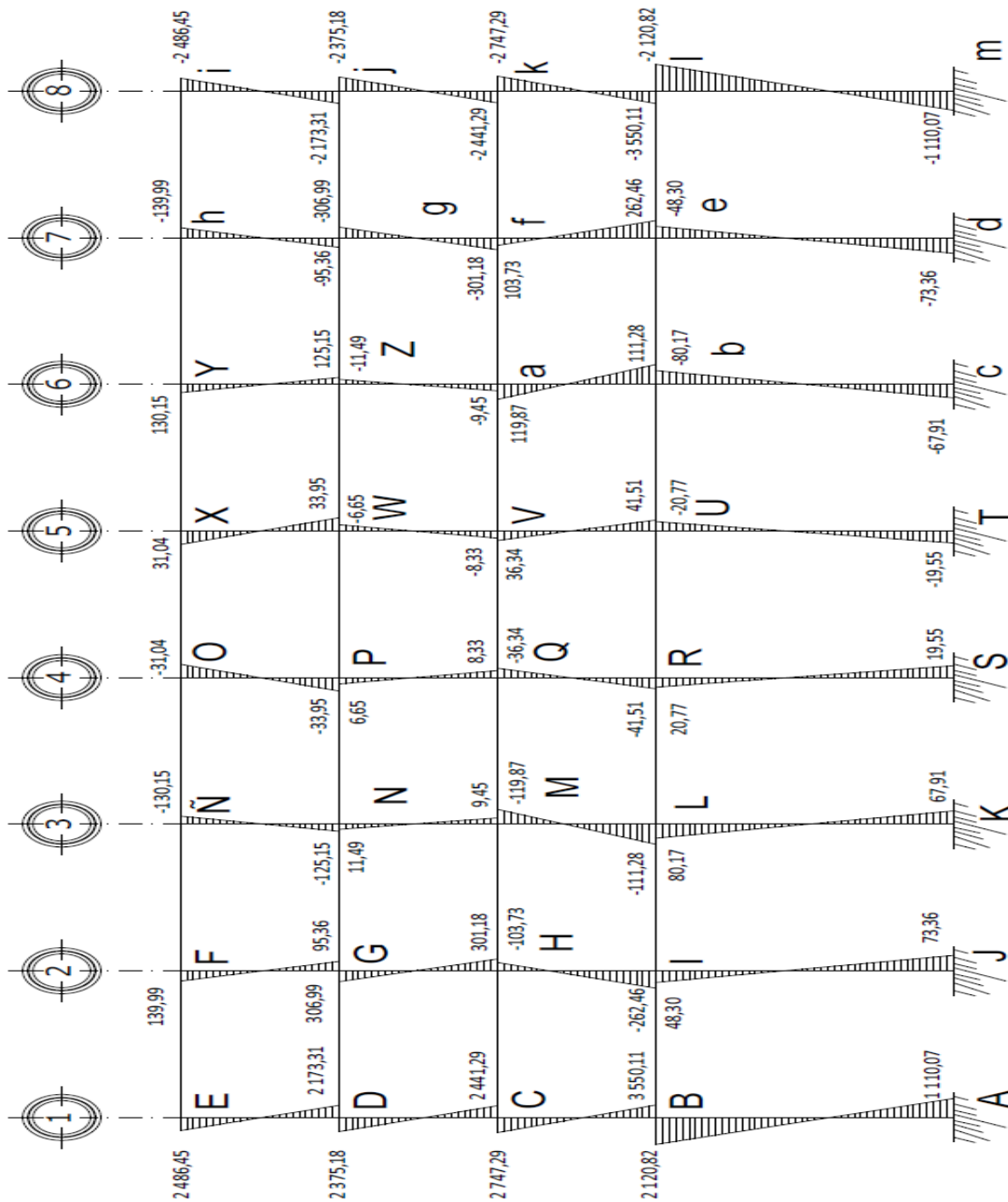
Fuente: elaboración propia.

Figura 33. Diagrama de momentos Sap2000 en vigas (Kg-m), Carga viva en el marco E



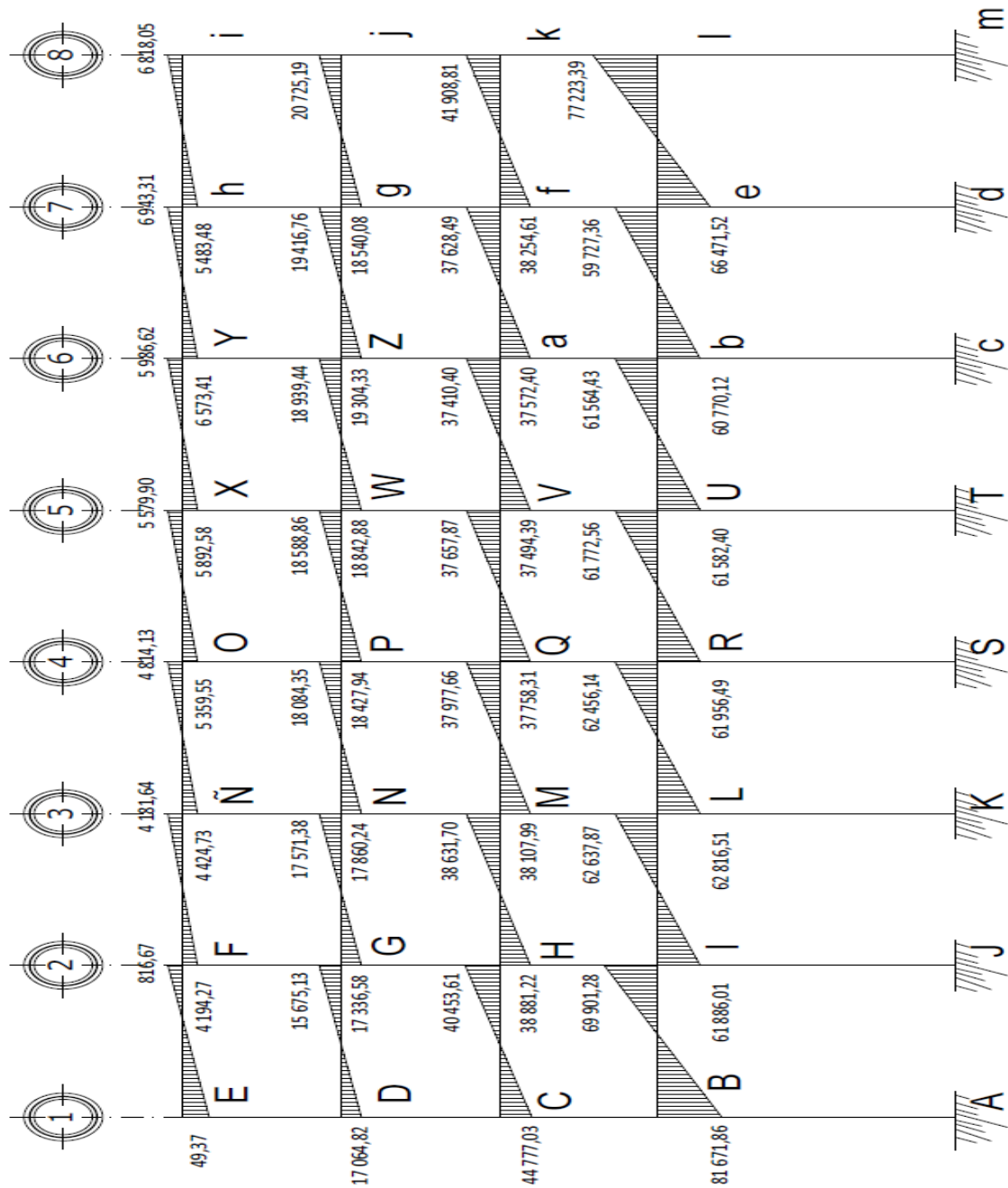
Fuente: elaboración propia.

Figura 34. Diagrama de momentos Sap2000 en columnas (Kg-m), Carga viva en el marco E



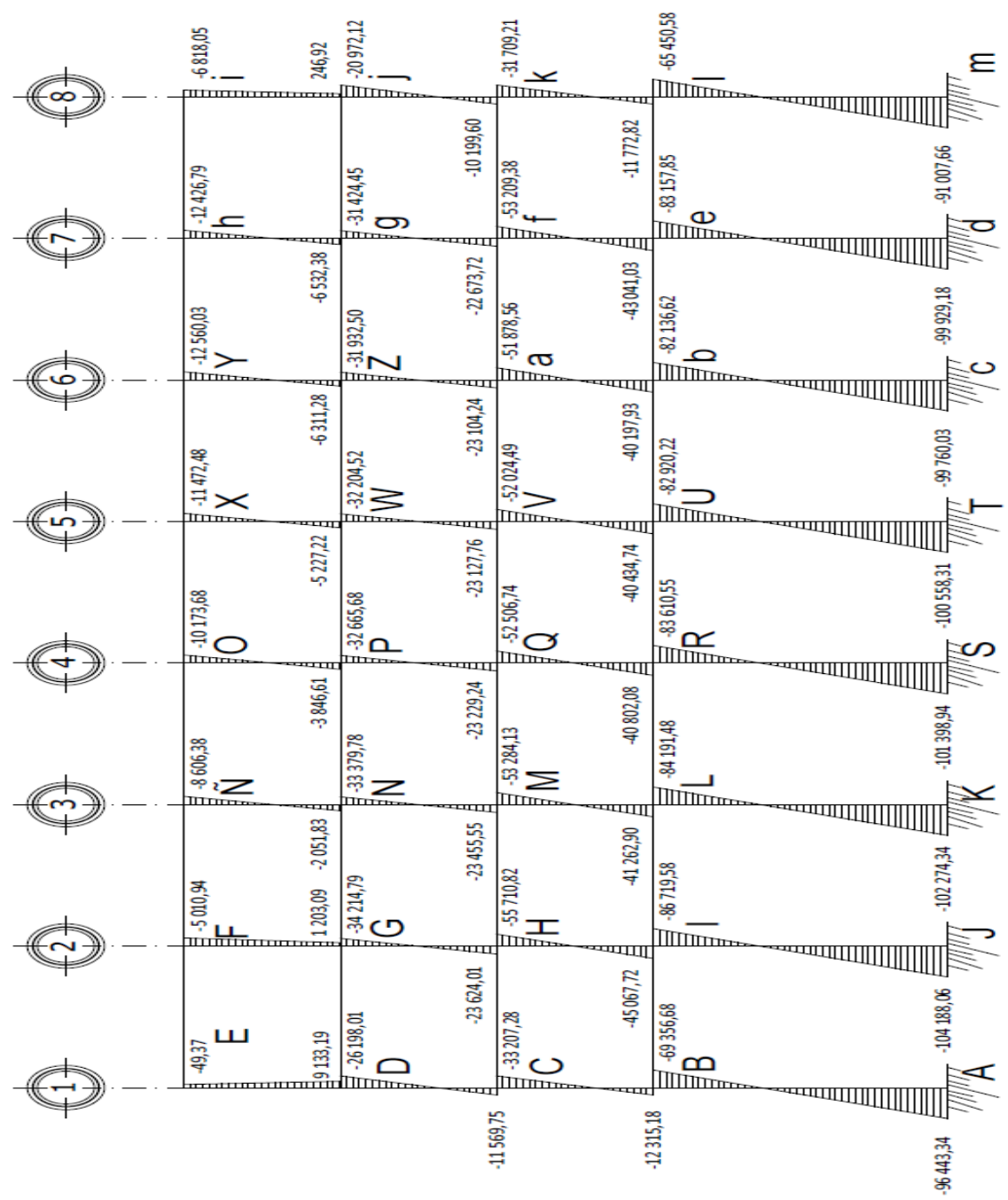
Fuente: elaboración propia.

Figura 35. Diagrama de momentos Sap2000 en vigas (Kg-m), Carga sísmica en el marco E



Fuente: elaboración propia.

Figura 36. Diagrama de momentos Sap2000 en columnas (Kg-m), Carga sísmica en el marco E



Fuente: elaboración propia.

2.3.2.5. Comparación de resultados

Los resultados obtenidos para el análisis de las cargas gravitacionales por medio del método numérico Kanni para las vigas, comparado con el resultado para el análisis por el programa Sap2000, se muestran en las tablas XLIX y tabla L.

Tabla XLIX. Comparación de momentos en vigas obtenidos por Sap2000 y Análisis por el método de Kanni

Viga		Sap 2000			Kanni			Sap 2001			Kanni			Sap 2002		
		CM (Kg-m)	CM (Kg-m)	% diferencia	CV (Kg-m)	CV (Kg-m)	% diferencia	CS (Kg-m)	CS (Kg-m)	% diferencia	CS (Kg-m)	CS (Kg-m)	% diferencia	CS (Kg-m)	CS (Kg-m)	% diferencia
BI	MBI	4 494,19	4 256,51	5,58%	5 670,93	5 600,82	1,25%	81 671,86	74 437,46	9,72%						
	(+)	3 058,08	2 937,69	4,10%	4 233,81	4 062,28	4,22%	0,00	0,00							
	MIB	5 254,85	5 733,31	8,35%	7 461,45	7 874,61	5,25%	69 901,28	66 487,36	5,13%						
CH	MCH	6 377,83	5 970,16	6,83%	5 188,58	4 725,08	9,81%	44 777,03	42 570,00	5,18%						
	(+)	4 000,80	3 854,17	3,80%	2 984,47	2 878,83	3,67%	0,00	0,00							
	MHC	6 885,77	7 586,71	9,24%	5 042,48	5 717,26	11,80%	40 453,61	40 150,60	0,75%						
DG	MDG	5 271,32	4 569,83	15,35%	4 548,49	3 850,35	18,13%	17 064,82	20 689,83	17,52%						
	(+)	2 936,77	2 836,91	3,52%	2 508,34	2 427,01	3,35%	0,00	0,00							
	MGD	4 720,33	5 621,55	16,03%	3 934,83	4 795,62	17,95%	15 675,13	19 207,39	18,39%						
EF	MEF	2 690,22	2 226,25	20,84%	2 486,45	2 091,29	18,90%	49,37	5 975,45	99,17%						
	(+)	1 874,65	1 739,13	7,79%	1 775,27	1 642,04	8,11%	0,00	0,00							
	MFE	2 590,63	3 325,64	22,10%	2 479,27	3 140,87	21,06%	816,67	5 488,02	85,12%						
IL	MIL	5 256,58	5 378,83	2,27%	7 247,29	7 358,06	1,51%	61 886,01	59 336,90	4,30%						
	(+)	2 649,93	2 618,38	1,21%	3 577,17	3 554,05	0,65%	0,00	0,00							
	MLI	5 308,76	5 249,62	1,13%	7 198,38	7 133,85	0,90%	62 637,87	60 136,53	4,16%						
HM	MHM	6 971,38	7 166,59	2,72%	5 239,94	5 427,29	3,45%	38 881,22	37 794,05	2,88%						
	(+)	3 565,99	3 522,48	1,24%	2 737,95	2 693,44	1,65%	0,00	0,00							
	MMH	7 161,83	7 053,64	1,53%	5 484,15	5 385,83	1,83%	38 631,70	37 856,90	2,05%						
GN	MGN	5 090,82	5 323,31	4,37%	4 337,17	4 538,17	4,43%	17 336,58	17 839,90	2,82%						
	(+)	2 690,10	2 635,52	2,07%	2 289,32	2 239,88	2,21%	0,00	0,00							
	MNG	5 394,18	5 270,86	2,34%	4 584,18	4 482,06	2,28%	17 571,38	17 954,85	2,14%						
FÑ	MFÑ	2 771,80	3 105,04	10,73%	2 619,25	2 928,09	10,55%	4 194,27	5 036,45	16,72%						
	(+)	1 568,79	1 476,21	6,27%	1 476,73	1 392,44	6,05%	0,00	0,00							
	MÑF	3 120,77	2 972,69	4,98%	2 943,55	2 803,28	5,00%	4 181,64	5 072,32	17,56%						
LR	MLR	5 272,98	5 280,26	0,14%	7 167,26	7 183,84	0,23%	62 816,51	60 853,54	3,23%						
	(+)	2 646,33	2 646,56	0,01%	3 606,75	3 604,80	0,05%	0,00	0,00							
	MFÑ	5 299,56	5 291,82	0,15%	7 219,24	7 206,57	0,18%	62 456,14	60 770,92	2,77%						
MQ	MMQ	7 047,10	7 082,86	0,50%	5 373,74	5 400,51	0,50%	38 107,99	37 929,48	0,47%						
	(+)	3 549,51	3 545,77	0,11%	2 701,75	2 699,72	0,08%	0,00	0,00							
	MQM	7 119,08	7 090,80	0,40%	5 422,76	5 400,05	0,42%	37 977,66	37 939,22	0,10%						
NP	MNP	5 248,42	5 288,28	0,75%	4 470,53	4 498,42	0,62%	17 860,24	18 058,46	1,10%						
	(+)	2 648,48	2 644,05	0,17%	2 253,10	2 250,35	0,12%	0,00	0,00							
	MPN	5 319,83	5 288,82	0,59%	4 523,27	4 500,88	0,50%	18 084,35	18 047,12	0,21%						
ÑO	MÑO	2 985,69	2 997,61	0,40%	2 813,40	2 827,41	0,50%	4 424,73	5 106,30	13,35%						
	(+)	1 504,71	1 508,94	0,28%	1 419,61	1 422,91	0,23%	0,00	0,00							
	MNO	3 035,03	3 014,66	0,68%	2 863,64	2 843,02	0,73%	4 814,13	5 104,41	5,69%						
RU	MRU	5 286,96	5 288,83	0,04%	7 198,50	7 201,01	0,03%	61 956,49	60 688,34	2,09%						
	(+)	2 645,64	2 643,77	0,07%	3 601,50	3 598,99	0,07%	0,00	0,00							
	MUR	5 286,96	5 288,83	0,04%	7 198,50	7 201,01	0,03%	61 772,56	60 688,37	1,79%						

Fuente: elaboración propia.

Continuación de la tabla XLIX.

Viga		Sap 2000			Sap 2001			Sap 2002		
		CM (Kg-m)	CM (Kg-m)	% diferencia	CV (Kg-m)	CV (Kg-m)	% diferencia	CS (Kg-m)	CS (Kg-m)	% diferencia
QV	MQV	7 082,84	7 088,64	0,08%	5 394,75	5 399,80	0,09%	37 758,31	37 948,95	0,50%
	(+)	3 549,76	3 543,96	0,16%	2 705,25	2 700,20	0,19%	0,00	0,00	
	MQV	7 082,84	7 088,64	0,08%	5 394,75	5 399,80	0,09%	37 657,87	37 948,95	0,77%
PW	MPW	5 282,49	5 288,16	0,11%	4 495,97	4 499,94	0,09%	18 427,94	18 035,77	2,17%
	(+)	2 650,11	2 644,44	0,21%	2 254,03	2 250,06	0,18%	0,00	0,00	
	MWP	5 282,49	5 288,16	0,11%	4 495,97	4 499,94	0,09%	18 588,86	18 035,77	3,07%
OX	MOX	3 003,78	3 011,12	0,24%	2 832,60	2 839,68	0,25%	5 579,90	5 102,42	9,36%
	(+)	1 511,30	1 503,95	0,49%	1 425,52	1 418,44	0,50%	0,00	0,00	
	MXO	3 003,78	3 011,12	0,24%	2 832,60	2 839,68	0,25%	5 579,90	5 102,42	9,36%
Ub	Mub	5 299,56	5 291,82	0,15%	7 219,24	7 206,57	0,18%	61 582,40	60 770,96	1,34%
	(+)	2 646,33	2 646,56	0,01%	3 606,75	3 604,79	0,05%	0,00	0,00	
	MbU	5 272,98	5 280,26	0,14%	7 167,26	7 183,84	0,23%	61 564,43	60 853,50	1,17%
Va	MVa	7 119,08	7 090,80	0,40%	5 422,76	5 400,05	0,42%	37 494,39	37 939,22	1,17%
	(+)	3 549,51	3 545,77	0,11%	2 701,75	2 699,72	0,08%	0,00	0,00	
	MaV	7 047,10	7 082,86	0,50%	5 373,74	5 400,51	0,50%	37 410,40	37 929,48	1,37%
WZ	MWZ	5 319,83	5 288,82	0,59%	4 523,27	4 500,88	0,50%	18 842,88	18 047,11	4,41%
	(+)	2 648,48	2 644,05	0,17%	2 253,10	2 250,35	0,12%	0,00	0,00	
	MZW	5 248,42	5 288,28	0,75%	4 470,53	4 498,42	0,62%	18 939,44	18 058,46	4,88%
XY	MXY	3 035,03	3 014,66	0,68%	2 863,64	2 843,02	0,73%	5 892,58	5 104,36	15,44%
	(+)	1 504,71	1 508,94	0,28%	1 419,61	1 422,91	0,23%	0,00	0,00	
	MYX	2 985,69	2 997,61	0,40%	2 813,40	2 827,41	0,50%	5 986,62	5 106,34	17,24%
be	Mbe	5 308,76	5 249,62	1,13%	7 198,38	7 133,85	0,90%	60 770,12	60 136,50	1,05%
	(+)	2 649,93	2 618,38	1,21%	3 577,17	3 554,05	0,65%	0,00	0,00	
	Meb	5 256,58	5 378,83	2,27%	7 247,29	7 358,06	1,51%	59 727,36	59 336,94	0,66%
af	Maf	7 161,83	7 053,64	1,53%	5 484,15	5 385,83	1,83%	37 572,40	37 856,90	0,75%
	(+)	3 565,99	3 522,48	1,24%	2 737,95	2 693,44	1,65%	0,00	0,00	
	Mfa	6 971,38	7 166,60	2,72%	5 239,94	5 427,29	3,45%	37 628,49	37 794,06	0,44%
Zg	MZg	5 394,18	5 270,86	2,34%	4 584,18	4 482,06	2,28%	19 304,33	17 954,86	7,52%
	(+)	2 690,10	2 635,52	2,07%	2 289,32	2 239,88	2,21%	0,00	0,00	
	MgZ	5 090,82	5 323,31	4,37%	4 337,17	4 538,17	4,43%	19 416,76	17 839,91	8,84%
Yh	MYh	3 120,77	2 972,69	4,98%	2 943,55	2 803,28	5,00%	6 573,41	5 072,37	29,59%
	(+)	1 568,79	1 476,21	6,27%	1 476,73	1 392,44	6,05%	0,00	0,00	
	MhY	2 771,80	3 105,04	10,73%	2 619,25	2 928,09	10,55%	6 943,31	5 036,40	37,86%
el	Mel	5 254,85	5 733,31	8,35%	7 461,45	7 874,61	5,25%	66 471,52	66 487,39	0,02%
	(+)	3 058,08	2 937,69	4,10%	4 233,81	4 062,28	4,22%	0,00	0,00	
	Mle	4 494,19	4 256,51	5,58%	5 670,93	5 600,82	1,25%	77 223,39	74 437,39	3,74%
fk	Mfk	6 885,77	7 586,71	9,24%	5 042,48	5 717,26	11,80%	38 254,61	40 150,60	4,72%
	(+)	4 000,80	3 854,17	3,80%	2 984,47	2 878,83	3,67%	0,00	0,00	
	Mkf	6 377,83	5 970,16	6,83%	5 188,58	4 725,08	9,81%	41 908,81	42 569,99	1,55%
gj	Mgj	4 720,33	5 621,55	16,03%	3 934,83	4 795,62	17,95%	18 540,08	19 207,38	3,47%
	(+)	2 936,77	2 836,91	3,52%	2 508,34	2 427,01	3,35%	0,00	0,00	
	Mlg	5 271,32	4 569,83	15,35%	4 548,49	3 850,35	18,13%	20 725,19	20 689,81	0,17%
hi	Mhi	2 590,63	3 325,64	22,10%	2 479,27	3 140,87	21,06%	5 483,48	5 487,98	0,08%
	(+)	1 874,65	1 739,13	7,79%	1 775,27	1 642,04	8,11%	0,00	0,00	
	Mih	2 690,22	2 226,25	20,84%	2 486,45	2 091,29	18,90%	6 818,05	5 975,52	14,10%
Promedio				4,04%	Promedio		4,03%	Promedio		9,05%

Fuente: elaboración propia.

Los resultados obtenidos de la comparación de momentos para columnas por el método de análisis numérico de Kanni y por SAP2000 se muestran en la tabla L.

Tabla L. **Comparación de momentos en columnas obtenidos por Sap2000 y Análisis por el método de Kanni**

Columna		Sap 2000			Kanni			Sap 2001			Kanni			Sap 2002			Kanni		
		CM (Kg-m)	CM (Kg-m)	% diferencia	CV (Kg-m)	CV (Kg-m)	% diferencia	CS (Kg-m)	CS (Kg-m)	% diferencia	CS (Kg-m)	CS (Kg-m)	% diferencia	CS (Kg-m)	CS (Kg-m)	% diferencia	CS (Kg-m)	CS (Kg-m)	% diferencia
AB	MAB	819,95	593,10	38%	1 110,07	924,61	17%	96 443,34	95 455,53	1%									
	MBA	1 510,35	1 186,19	27%	2 120,82	1 849,22	13%	69 356,68	65 271,74	6%									
BC	MBC	2 983,84	3 070,31	3%	3 550,11	3 751,61	6%	12 315,18	9 165,31	26%									
	MCB	3 160,08	3 143,93	1%	2 747,29	2 831,51	3%	33 207,28	32 241,22	3%									
CD	MCD	3 217,75	2 826,23	14%	2 441,29	1 893,57	22%	11 569,75	10 328,35	11%									
	MDC	2 830,25	2 434,91	16%	2 375,18	1 875,74	21%	26 198,01	24 407,28	7%									
DE	MDE	2 441,07	2 134,92	14%	2 173,31	1 974,60	9%	9 133,19	3 717,80	59%									
	MED	2 690,22	2 226,25	21%	2 486,45	2 091,29	16%	49,37	5 975,41	100%									
JI	MJI	123,12	52,05	100%	73,36	91,58	25%	104 188,06	104 193,41	0%									
	MIJ	137,14	104,10	32%	48,30	183,15	100%	86 719,58	82 747,49	5%									
IH	MIH	135,41	250,38	46%	262,46	333,40	27%	45 067,72	43 076,71	4%									
	MHI	76,76	237,76	68%	103,73	183,15	77%	55 710,82	55 914,74	0%									
HG	MHG	162,38	182,35	11%	301,18	85,89	71%	34 214,79	22 029,60	36%									
	MGH	226,36	139,56	62%	306,99	97,00	68%	23 624,01	34 374,12	46%									
GF	MGF	144,13	158,68	9%	95,36	160,45	68%	1 203,09	2 672,78	100%									
	MFG	181,17	220,60	18%	139,99	212,78	52%	5 010,94	10 524,14	100%									
KL	MKL	68,29	4,71	100%	67,91	9,43	86%	102 274,34	103 314,54	1%									
	MLK	72,94	9,42	100%	80,17	18,87	76%	84 191,48	80 989,75	4%									
LM	MLM	108,72	21,22	100%	111,28	31,12	72%	41 262,90	39 999,97	3%									
	MML	94,29	18,64	100%	119,87	14,58	88%	53 284,13	54 201,86	2%									
MN	MMN	20,44	10,59	93%	9,45	0,10	99%	23 455,55	21 584,13	8%									
	MNM	22,80	5,13	100%	11,49	2,17	81%	33 379,78	33 832,21	1%									
MNÑ	MNÑ	122,96	12,29	100%	125,15	14,18	89%	8 606,38	2 180,81	75%									
	MNN	135,08	24,91	100%	130,15	24,13	81%	2 051,83	10 178,56	100%									
RS	MSR	22,08	0,47	100%	19,55	1,11	94%	101 398,94	103 405,35	2%									
	MRS	23,25	0,95	100%	20,77	2,21	89%	83 610,55	81 171,37	3%									
RQ	MRQ	35,85	2,05	100%	41,51	3,35	92%	40 802,08	40 287,83	1%									
	MQR	30,18	1,70	100%	36,34	1,11	97%	52 506,74	54 318,76	3%									
QP	MQP	6,05	0,46	100%	8,33	0,86	90%	23 229,24	21 569,09	7%									
	MPQ	5,57	0,44	100%	6,65	0,58	91%	32 665,68	33 856,18	4%									

Fuente: elaboración propia.

Continuación de la tabla L.

Columna		Sap 2000			Sap 2001			Sap 2002		
		CM (Kg-m)	Kani CM (Kg-m)	% diferencia	CV (Kg-m)	Kani CV (Kg-m)	% diferencia	CS (Kg-m)	Kani CS (Kg-m)	% diferencia
PO	MPO	31,76	1,10	100%	33,95	1,52	96%	3 846,61	2 226,30	42%
	MOP	31,25	3,53	100%	31,04	3,34	89%	10 173,68	10 206,55	0%
TU	MTU	22,08	0,47	100%	19,55	1,11	94%	100 558,31	103 405,31	3%
	MUT	23,25	0,95	100%	20,77	2,21	89%	82 920,22	81 171,29	2%
UV	MUV	35,85	2,05	100%	41,51	3,35	92%	40 434,74	40 287,69	0%
	MVU	30,18	1,70	100%	36,34	1,11	97%	52 024,49	54 318,69	4%
VW	MVW	6,05	0,46	100%	8,33	0,86	90%	23 127,76	21 569,09	7%
	MWV	5,57	0,44	100%	6,65	0,58	91%	32 204,52	33 856,19	5%
WX	MWX	31,76	1,10	100%	33,95	1,51	96%	5 227,22	2 226,40	57%
	MXW	31,25	3,53	100%	31,04	3,34	89%	11 472,48	10 206,73	11%
cb	Mcb	68,29	4,71	100%	67,91	9,43	86%	99 760,03	103 314,58	4%
	Mbc	72,94	9,42	100%	80,17	18,87	76%	82 136,62	80 989,83	1%
ba	Mba	108,72	21,22	100%	111,28	31,12	72%	40 197,93	40 000,11	0%
	Mab	94,29	18,64	100%	119,87	14,58	88%	51 878,56	54 201,93	4%
aZ	MaZ	20,44	10,59	93%	9,45	0,10	99%	23 104,24	21 584,13	7%
	Mza	22,80	5,13	100%	11,49	2,17	81%	31 932,50	33 832,20	6%
ZY	MZY	122,96	12,29	100%	125,15	14,18	89%	6 311,28	2 180,72	65%
	MYZ	135,08	24,91	100%	130,15	24,13	81%	12 560,03	10 178,38	19%
ed	Med	123,12	52,05	100%	73,36	91,58	25%	99 929,18	104 193,36	4%
	Mde	137,14	104,10	32%	48,30	183,15	100%	83 157,85	82 747,40	0%
ef	Mef	135,41	250,38	46%	262,46	333,40	27%	43 041,03	43 076,55	0%
	Mfe	76,76	237,76	68%	103,73	204,09	97%	53 209,38	55 914,65	5%
fg	Mfg	162,38	182,35	11%	301,18	85,89	71%	22 673,72	22 029,58	3%
	Mgf	226,36	139,56	62%	306,99	97,00	68%	31 424,45	34 374,11	9%
gh	Mgh	144,13	158,68	9%	95,36	160,45	68%	6 532,38	2 672,86	59%
	Mhg	181,17	220,60	18%	139,99	212,78	52%	12 426,79	10 524,31	15%
lm	Mlm	819,95	593,10	38%	1 110,07	924,61	17%	91 007,66	95 455,59	5%
	Mml	1 510,35	1 186,19	27%	2 120,82	1 849,22	13%	65 450,58	65 271,86	0%
lk	Mlk	2 983,84	3 070,31	3%	3 550,11	3 751,61	6%	11 772,82	9 165,53	22%
	Mkl	3 160,08	3 143,93	1%	2 747,29	2 831,51	3%	31 709,21	32 241,35	2%
kj	Mkj	3 217,75	2 826,23	14%	2 441,29	1 893,57	22%	10 199,60	10 328,40	1%
	Mjk	2 830,25	2 434,91	16%	2 375,18	1 875,74	21%	20 972,12	24 407,34	16%
ji	Mji	2 441,07	2 134,92	14%	2 173,31	1 974,60	9%	246,92	3 717,87	100%
	Mij	2 690,22	2 226,25	21%	2 486,45	2 091,29	16%	6 818,05	5 975,21	12%
Promedio				65%	Promedio		63%	Promedio		19%

Fuente: elaboración propia.

Con base en la comparación de resultados se estudió cada elemento y, para el diseño, se utilizaron los valores obtenidos por Análisis Numérico de Kanni.

2.3.2.6. Momentos últimos para envolventes de momentos

La envolvente de momentos es la superposición de resultados del análisis de carga muerta, carga viva y fuerza sísmica. Para la combinación de cargas para el cálculo de envolventes, se aplica las combinaciones que ACI 9.2.1 indica en las ecuaciones:

$$U = 1,2(D + F + T) + 1,6(L + H) + 0,5(L_r \text{ ó } S \text{ ó } R) \quad (9-2)$$

$$U = 1,2 D + 1,0 E + 1,0 L + 0,2 S \quad (9-5)$$

Momentos últimos negativos en vigas, marco E

$$M_{U(-)} = 1,2 * M_{cm} + 1,0 M_{cv} \pm 1,0 E$$

$$M_{U(-)} = 1,2 * M_{cm} + 1,6 M_{cv}$$

$$M_{U(+)} = CU + \frac{\sum M_{(-)}}{2} = (1,2 * M_{cm} + 1,6 M_{cv}) + \frac{\sum M_{(-)}}{2}$$

$$M_{U(+)} = 1,2 * M_{(+)cm} + 1,6 M_{(+)cv}$$

$$M_{U BI(-)} = 1,2 * (-4\ 256,51) + 1,0 (-5\ 600,82) + 1,0 (74\ 437,46)$$

$$M_{U BI(-)} = 63\ 729,44\ kg - m$$

$$M_{U BI(-)} = 1,2 * (-4\ 256,51) + 1,6 (-5\ 600,82)$$

$$M_{U BI(-)} = -14\ 068,51\ kg - m$$

$$M_{U BI(-)} = 1,2 * (-4\ 256,51) + 1,0 (-5\ 600,82) - 1,0 (74\ 437,46)$$

$$M_{U\ BI\ (-)} = -85\ 145,27\ kg - m$$

Momentos últimos positivos en vigas

$$M_{U\ BI\ (+)} = (1,2 * (2\ 937,69) + 1,6 (4\ 062,28)) + \frac{(-85\ 146,09 + 81\ 241,94)}{2}$$

$$M_{U\ BI\ (+)} = 8\ 072,81\ kg - m$$

$$M_{U\ BI\ (+)} = (1,2 * (2\ 937,69) + 1,6 (4\ 062,28))$$

$$M_{U\ BI\ (+)} = 10\ 024,88\ kg - m$$

Momentos últimos negativos en columnas, marco E

$$M_{U\ AB\ (-)} = 1,2 * (593,10) + 1,0 (924,61) + 1,0 (-95\ 455,53)$$

$$M_{U\ AB\ (-)} = -93\ 819,20\ kg - m$$

$$M_{U\ AB\ (-)} = 1,2 * (593,10) + 1,6 (924,61)$$

$$M_{U\ AB\ (-)} = 2\ 191,04\ kg - m$$

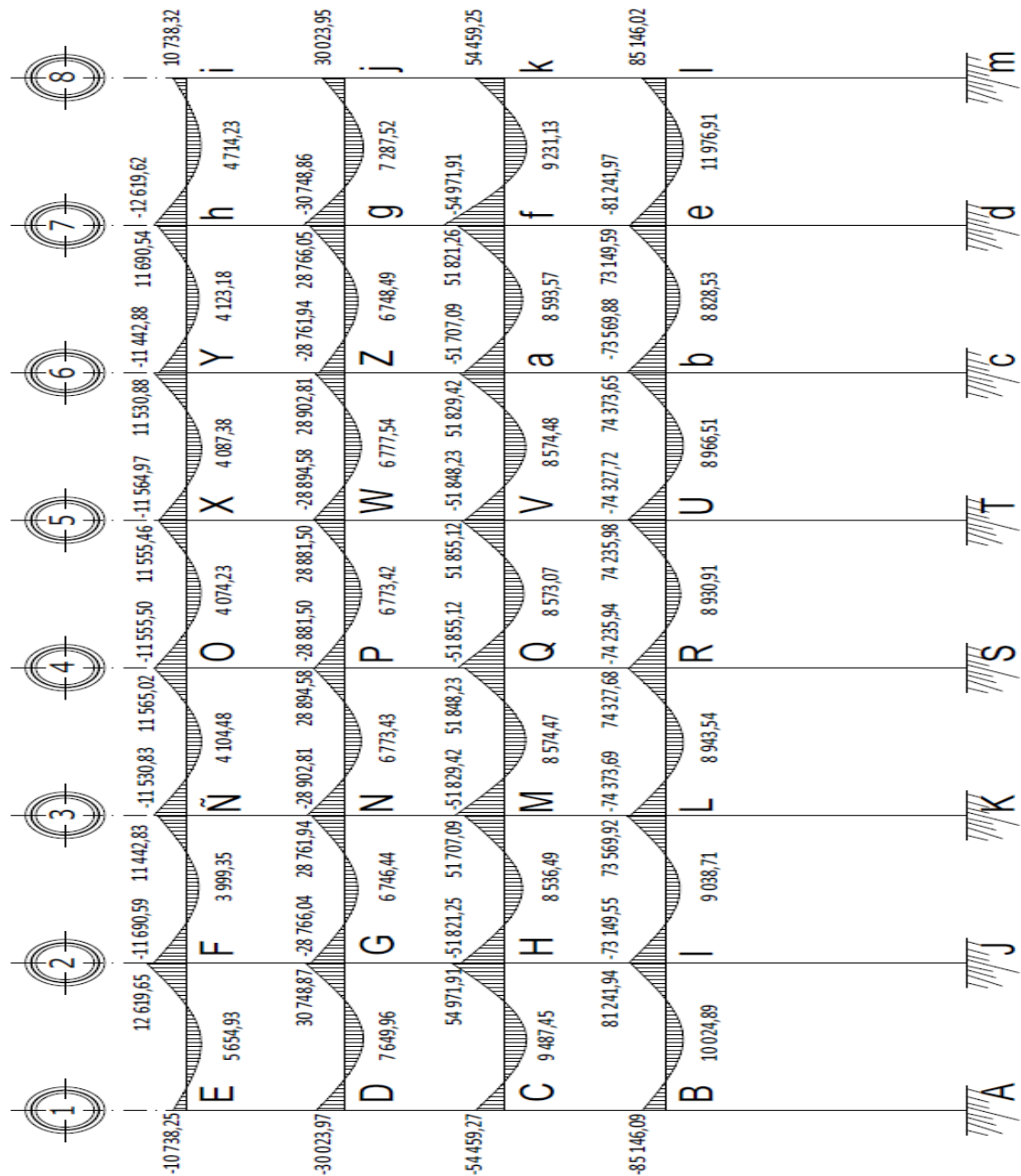
$$M_{U\ AB\ (-)} = 1,2 * (593,10) + 1,0 (924,61) - 1,0 (-95\ 455,53)$$

$$M_{U\ AB\ (-)} = 97\ 091,86\ kg - m$$

De estos resultados, los mayores se utilizarán para el diseño de concreto armado, los momentos últimos obtenidos se muestran en los diagramas de momento a continuación.

2.3.2.7. Diagramas de corte y momento

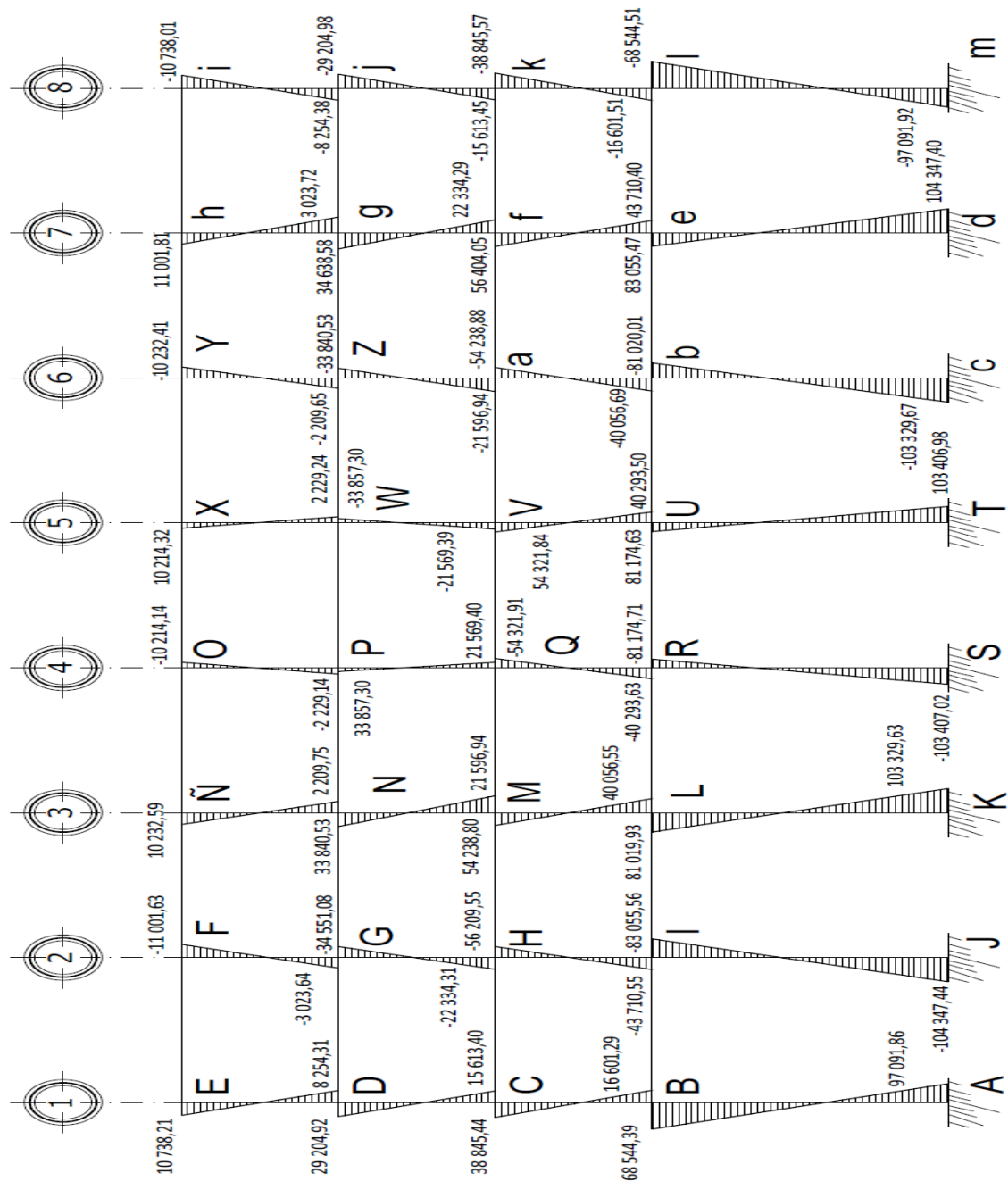
Figura 37. Diagrama de momentos últimos en vigas (Kg-m), marco E



Fuente: elaboración propia.

Figura 38. Diagrama de momentos últimos en columnas (Kg-m), marco

E



Fuente: elaboración propia.

Diagramas de corte

Los cortes en los marcos se calcularon con las siguientes ecuaciones.

Corte en vigas

$$V_v = 0,75 \left[\frac{1,2 (W_{cm} * L)}{2} + \frac{1,6 (W_{cv} * L)}{2} + \frac{1,87 (\sum Ms)}{L} \right]$$

Corte en columnas

$$V_c = \frac{\sum M_{col}}{L}$$

Viga BI, Marco E

$$V_{BI} = 0,75 \left[\frac{1,2 (1\,762,80 * 6)}{2} + \frac{1,6 (2\,400 * 6)}{2} + \frac{1,87 (74\,437,46 + 66\,487,36)}{6} \right]$$
$$V_{BI} = 46\,340,73 \text{ kg}$$

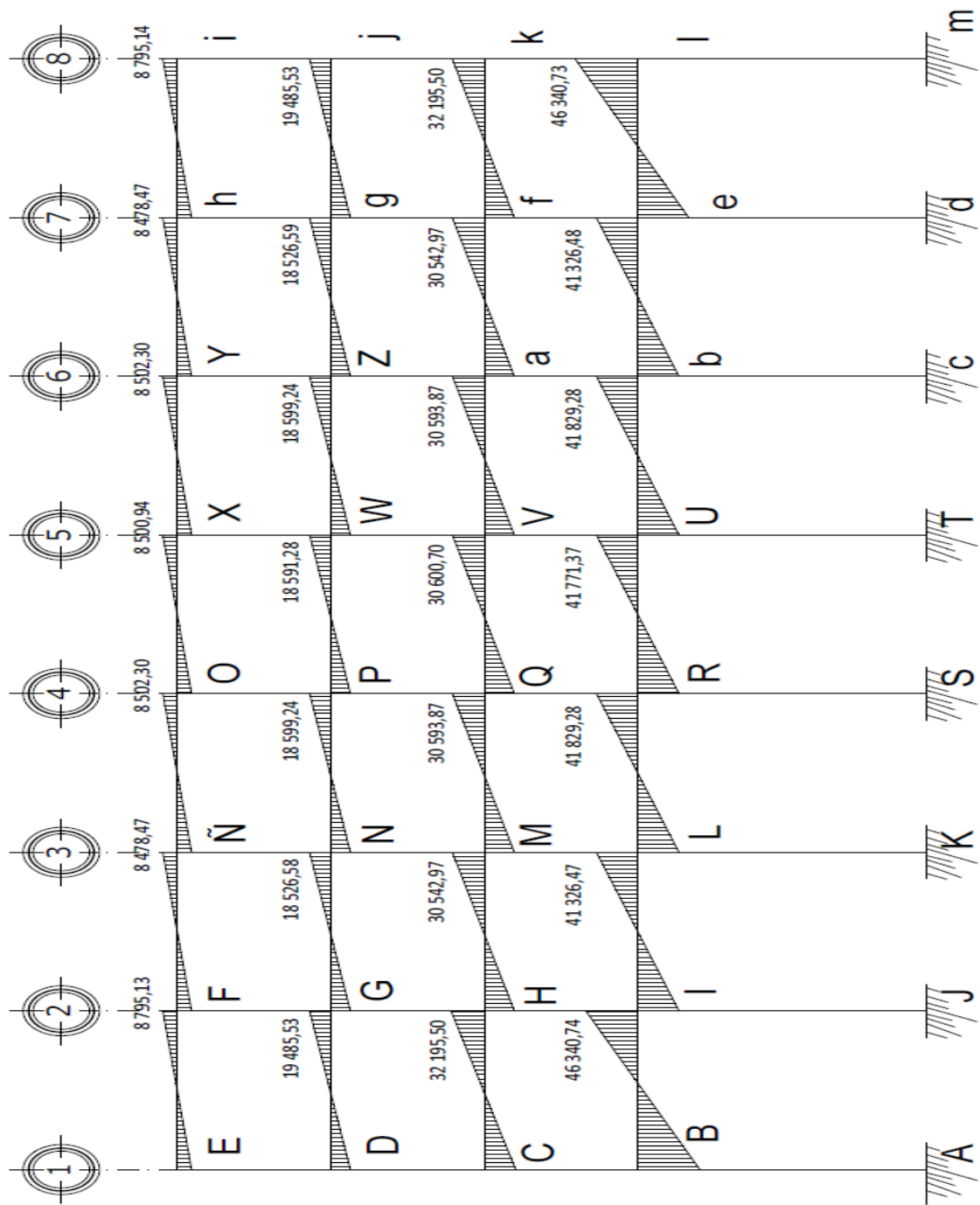
Viga BI, Marco E

$$V_{CH} = 0,75 \left[\frac{1,2 (2\,362,80 * 6)}{2} + \frac{1,6 (1\,800 * 6)}{2} + \frac{1,87 (42\,570,00 + 40\,150,60)}{6} \right]$$
$$V_{CH} = 32\,195,50 \text{ kg}$$

Columna AB, Marco E

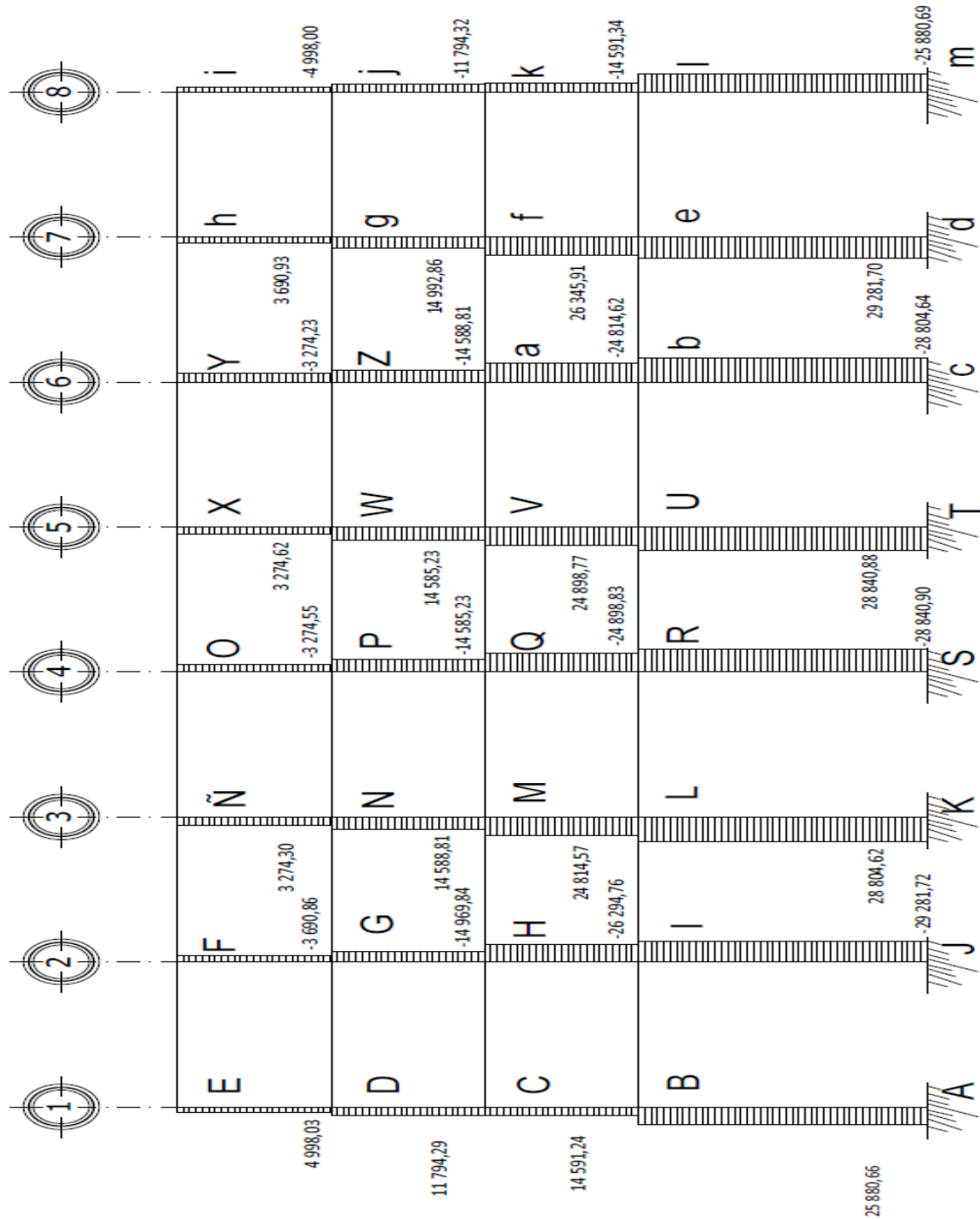
$$V_{AB} = \frac{97\,091,86 + 68\,544,39}{6,40} = 25\,880,66 \text{ kg}$$

Figura 39. Diagrama de cortes últimos en vigas (Kg), marco E



Fuente: elaboración propia.

Figura 40. Diagrama de cortes últimos en columnas (Kg), marco E



Fuente: elaboración propia.

2.3.3. Dimensionamiento

2.3.3.1. Diseño de losas

Se implementará losa prefabricada, cuyo sistema consiste en una losa nervada en un sentido. En el proceso constructivo se utilizará un molde metálico que consiste en una formaleta auto soportante que reemplaza el uso de bovedilla.

- Losa prefabricada

Es un elemento estructural reforzado con electro malla de alta resistencia y se encuentra diseñada para resistir fuerzas verticales. La losa prefabricada se analiza y funciona como una losa tradicional continua, armada en un sentido.

Este sistema consiste en empotrar las viguetas a la solera corona, luego un relleno (bovedilla o molde) colocado el rigidizante se debe colocar en el sentido perpendicular a la vigueta.

Las viguetas reciben la carga transmitida por la losa. El refuerzo estructural de la losa ha sido sustituido por una electro malla de acero de alta resistencia, la bovedilla o molde funciona únicamente como formaleta. Este tipo de losas se pueden utilizar para losas finales o entrepisos, ya que las viguetas están diseñadas para soportar diferentes tipos de cargas.

Aunque inicialmente se concibió este sistema para su aplicación en casi todo tipo de losas entrepisos, debido a su bajo peso, estos elementos permiten que se efectúe su montaje manualmente, eliminando costos de equipos pesado.

El uso de losas prefabricadas es el método constructivo que vino a revolucionar los sistemas de losas tradicionales. La losa presenta varias ventajas, como el ahorro de madera, concreto, mano de obra, tiempo y obtención de losas livianas con respecto a su espesor. Se puede asegurar que hasta 6,00 m de claro es el sistema más económico de losas.

Las viguetas se fabrican por diferentes procesos que pueden ser: colado en moldes múltiples de metal y con máquinas extrusoras.

Con el empleo de este sistema, se logra una ventaja económica debido a la eliminación de cimbra y rapidez de colocación.

El sistema que se implementará será losa prefabricada con molde LK.

- Molde LK

Consiste en un sistema combinado de vigueta pretensada y molde LK que sirve para fundir entrepisos o techos de edificaciones.

El molde LK consiste en una formaleta metálica auto soportante que reemplaza el espacio de la bovedilla en el sistema de viguetas + bovedilla, el elemento integrador es una fundición *in situ* de un *topping* de 5 a 7 cm.

- Ventajas y cualidades

Las viguetas son pretensadas con concreto de 6,000 psi, con lo que garantiza su calidad. Es la losa más liviana, económica y con mayor capacidad de carga en el mercado. Su peso propio es aproximadamente un 30% menor al sistema de viguetas + bovedilla y hasta un 50% a la losa tradicional. Esto reduce, adicionalmente, las cargas sísmicas a las estructuras en un gran porcentaje.

Adicionalmente, es un producto ecológico pues ahorra el uso de madera en obra y es único en el mercado patentado por Precon.

- Instalación y montaje

Por ser molde auto soportante, solamente se necesita apuntalar las viguetas. En edificios de altura, el molde se acarrea de nivel a nivel y no desde el nivel de tierra como las bovedillas. Por ser elementos prefabricados y molde metálico recuperable, se minimiza el desperdicio de madera.

- Tiempo

El rendimiento de instalación es de hasta el 20 % más rápido que el sistema de viguetas + bovedilla y aproximadamente un 50 % con el sistema tradicional.

- Costo

Elimina la compra de bovedilla. El molde se obtiene en alquiler y resulta más económico. Al ser de más rápida instalación se ahorra en mano de obra. Por su menor peso, se logran diseños estructurales más esbeltos y eficientes. También puede reducir costos de acabados.

- Aplicación

En cualquier entrepiso o techo, donde el acabado de losa por debajo puede quedar nervurado, o donde se utilice cielo falso para viviendas en serie.

Su rango de aplicación es sumamente amplio pues puede ser usado en luces de hasta 13 metros y carga tan elevada como las de puentes.

Tabla LI. **Rango de uso de vigueta con molde LK**

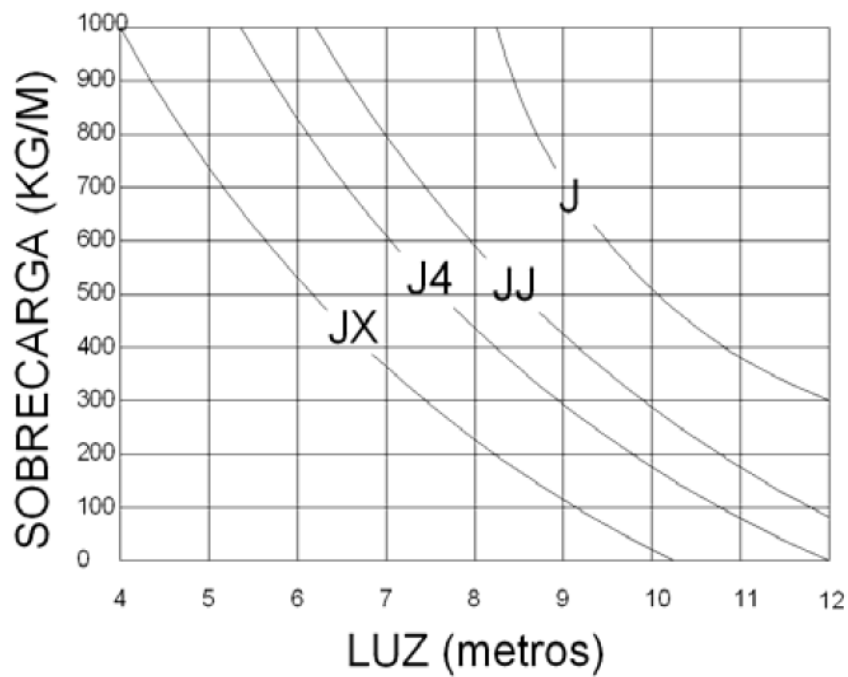
Vigueta	bw (cm)	d (cm)	B (cm)	h (cm)	t ¹ (cm)	Peso propio (kg/m ²)	Cantidad de Concreto (m ³ /m ²)	Luz Máxima (metros)
Jx-10	10	4	86 ³	10	5	150	0.060	3.80
Jx-15	10	4	65.5	15	5	175	0.070	5.00
Jx-20	10	4	65.5	20	5	200	0.078	5.50
J4-10	16	4	92 ⁴	10	5	165	0.063	4.70
J4-15	16	4	71.5	15	5	205	0.078	6.00
J4-20	16	4	71.5	20	5	230	0.090	6.60
J4-25	16	4	71.5	25	5	255	0.102	7.20
JJ-15	16	6	71.5	15	5	205	0.074	6.40
JJ-20	16	6	71.5	20	5	230	0.085	7.10
JJ-25	16	6	71.5	25	5	255	0.097	7.80
JJ-30	16	6	71.5	30	5	285	0.109	8.30
J-20	16	10	71.5	20	5	230	0.076	9.40
J-25	16	10	71.5	25	5	255	0.088	10.40
J-20	16	10	71.5	30	5	285	0.099	11.20
J-35	16	10	71.5	35	5	310	0.111	12.00
J-40	16	10	71.5	35	10	430	0.164	5.00 ⁵
J-40	32 ⁶	10	87.5	35	10	460	0.201	8.5 ⁷

Fuente: Precon Guatemala.

1. El *topping* específico es únicamente para cálculos de esta tabla; se puede variar según se requiere.
2. La luz máxima ha sido calculada con viguetas simplemente apoyadas para entrepisos de oficinas (cm=100 y cv=250 kg/m²) la luz máxima puede aumentar proporcionalmente al empotramiento logrado en los extremos de las viguetas.
3. Con molde LK2 usualmente aplicado en vivienda popular.
4. Con molde LK2 usualmente aplicado en vivienda popular.

5. Para cargar HS-20 para puentes.
6. Se usan 2 viguetas juntas.
7. Para cargar HS-20 para puentes.

Figura 41. **Rango de uso de viguetas con molde LK**



Fuente: Precon Guatemala.

Los detalles en constructivos, distribución y colocación de viguetas se encuentran en los planos de losa y detalles de la misma.

2.3.3.2. Diseño de vigas

Las vigas son elementos estructurales sometidos a esfuerzos de compresión, tensión y corte. Para diseñar una viga, es importante considerar los tipos de fallas que ocurren en las vigas.

Cuando el acero de refuerzo alcanza el límite elástico aparente o límite de fluencia F_y ; sin que el concreto llegue aún a su fatiga de ruptura $0,85 F'_c$, la viga se agrietará fuertemente del lado de tensión, desplazando el eje neutro hacia las fibras más comprimidas. Esto disminuye el área de compresión, aumentando las fatigas del concreto hasta presentarse la falla de la pieza. Las vigas que presentan esta falla se llaman "subreforzadas" y la falla ocurre lentamente y va precedida de fuertes deflexiones y grietas, que advierten la falla.

La falla por compresión es el tipo de falla que se presenta cuando el concreto alcanza su límite $0,85 F'_c$, mientras que el acero permanece por debajo de su fatiga F_y . Este tipo de falla es súbita y sin aviso previo, la cual la hace muy peligrosa. Las vigas que falla por compresión se llaman "Sobre-reforzadas".

Existe la falla balanceada, en el cual ambos materiales fallan simultáneamente, es decir, que el concreto alcanza su fatiga límite de compresión $0,85 F'_c$, a la vez que el acero llega también a su límite F_y . A estas vigas, se les da el nombre de "vigas balanceadas" y también son peligrosas por la probabilidad de la falla de compresión.

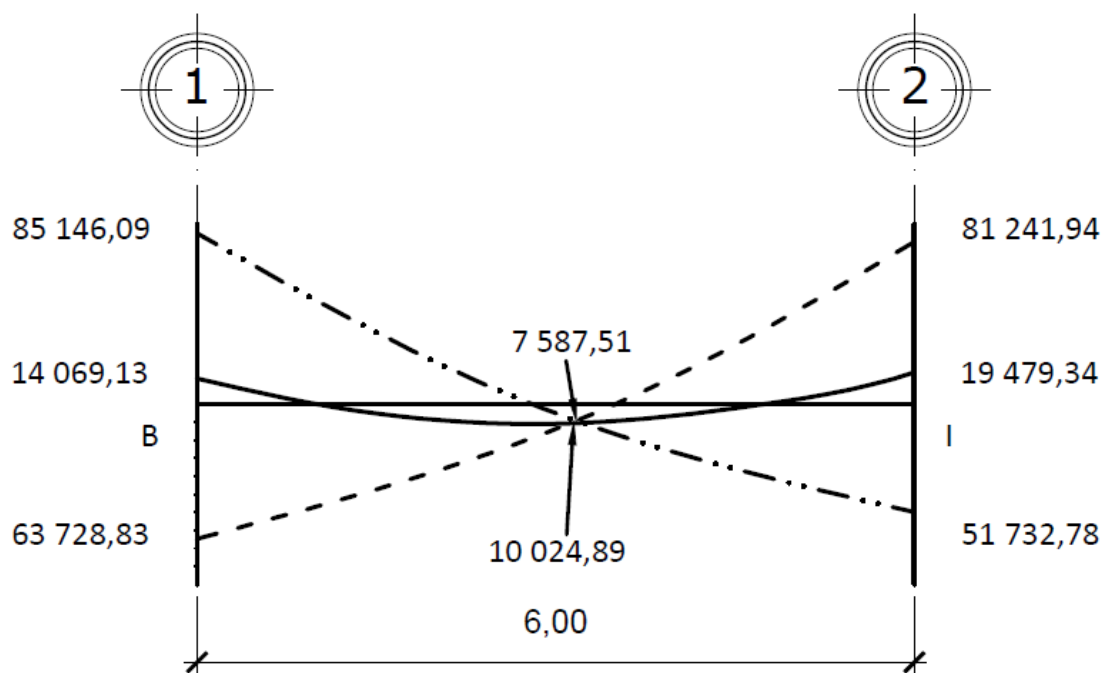
El código, en la sección 10.3.4, establece que los miembros cuyas deformaciones unitarias calculadas en tensión son iguales o mayores que

0.0050 al mismo tiempo que la deformación unitaria en el concreto es 0,003 se denominan secciones controladas en tensión. Para tales miembros el acero cederá antes de que el lado de compresión se aplaste y las deflexiones serán grandes, otorgando a los usuarios la advertencia de una falla inminente. Además, se considera que los miembros con $\epsilon_t \geq 0,005$ son totalmente dúctiles. El ACI seleccionó el valor para ϵ_t de 0,005 para aplicarse a todos los tipos de acero permitidos por el código, ya sea normal o presforzado. El código establece, además, que los miembros que tienen deformaciones unitarias netas de acero o valores de ϵ_t entre ϵ_y y 0,005 están en una región de transición entre secciones controladas en compresión y controladas en tensión. Para el acero de refuerzo de Grado 60, el cual es muy común, ϵ_y tiene un valor aproximado de 0,002.

Viga tramo B-I

Para el diseño de vigas se utiliza el siguiente procedimiento:

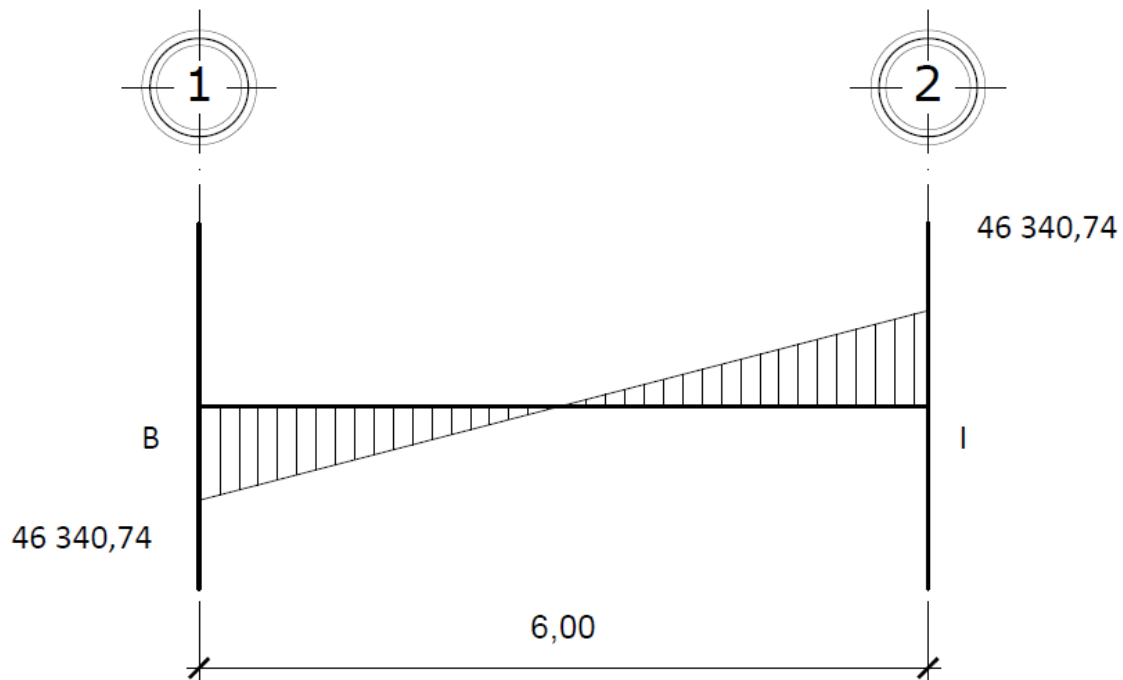
Figura 42. **Diagrama de envolvente de momentos viga BI (Kg-m), marco E**



Fuente: elaboración propia.

Se utilizó el diagrama de envolvente de momentos en el diseño de esta viga debido a que los momentos positivos en los extremos requieren un área de acero mayor al 50 % del acero requerido para momentos negativos. De esta manera, se podrá evaluar el área requerida por estos momentos.

Figura 43. Diagrama de corte último en viga BI (Kg), marco E



Fuente: elaboración propia.

Datos:

Sección de viga: 0,45 x 0,80 m

Peralte efectivo (d): 0,73 m

Longitud: 6,00 m

Cálculo de límites de acero mínimo y máximo:

Área de acero mínimo = As_{min}

$$As_{min} = \rho_{min} * b * d \quad As_{min} = \frac{0,80 * \sqrt{f'c}}{f_y} * d * b_w \geq \left[\frac{14,1}{f_y} \right] * d * b_w$$

$$As_{min} = \frac{0,80 * \sqrt{350}}{4 * 217,70} * 73 * 45 \geq \left[\frac{14}{4 * 217,70} \right] * 73 * 45$$

$$As_{min} = 10,65 \geq 10,90$$

$$As_{min} = 10,90 \text{ cm}^2$$

Área de acero máximo = $As_{m\acute{a}x}$

$$\rho_{m\acute{a}x} = 0,5 \rho_{bal}$$

$$As_{m\acute{a}x} = \rho_{m\acute{a}x} * b * d$$

$$As_{m\acute{a}x} = 0,5 \left[\frac{0,85 * B_1 * f'c}{f_y} * \frac{6090}{f_y + 6090} \right] * b * d$$

$$B_1 = 0,85 \text{ sí y solo sí } f'c \leq 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{y si } f'c \geq 280 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow B_1 = 0,85 - \left[\frac{f'c - 280}{70} \right] * 0,05$$

$$B_1 = 0,85 - \left[\frac{350 - 280}{70} \right] * 0,05$$

$$B_1 = 0,85 - 0,05 = 0,80$$

$$As_{m\acute{a}x} = 0,5 \left[\frac{0,85 * 0,80 * 350}{4 * 217,70} * \frac{6090}{4 * 217,70 + 6090} \right] * 45 * 73$$

$$As_{m\acute{a}x} = 54,75 \text{ cm}^2$$

Cálculo de áreas de acero según la siguiente ecuación:

$$As_{req} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0,003825 * f'c}} \right] * 0,85 * \left(\frac{f'c}{f_y} \right)$$

Momento (-) izq = 85 146,09 Kg-m

$$As_{req} = \left[45 * 73 - \sqrt{(45 * 73)^2 - \frac{85\,146,09 * 45}{0,003825 * 350}} \right] * 0,85 * \left(\frac{350}{4\,217,70} \right)$$

$$As_{req} = 32,85 \text{ cm}^2$$

Momento (-) der = 81 241,94 Kg-m

$$As_{req} = \left[45 * 73 - \sqrt{(45 * 73)^2 - \frac{81\,241,94 * 45}{0,003825 * 350}} \right] * 0,85 * \left(\frac{350}{4\,217,70} \right)$$

$$As_{req} = 31,23 \text{ cm}^2$$

Momento (+) izq = 63 728,83 Kg-m

$$As_{req} = \left[45 * 73 - \sqrt{(45 * 73)^2 - \frac{63\,728,83 * 45}{0,003825 * 350}} \right] * 0,85 * \left(\frac{350}{4\,217,70} \right)$$

$$As_{req} = 24,10 \text{ cm}^2$$

Momento (+) centro = 10 024,89 Kg-m

$$As_{req} = \left[45 * 73 - \sqrt{(45 * 73)^2 - \frac{10\,024,89 * 45}{0,003825 * 350}} \right] * 0,85 * \left(\frac{350}{4\,217,70} \right)$$

$$As_{req} = 3,62 \text{ cm}^2$$

Momento (+) der = 51 732,78 Kg-m

$$As_{req} = \left[45 * 73 - \sqrt{(45 * 73)^2 - \frac{51\,732,78 * 45}{0,003825 * 350}} \right] * 0,85 * \left(\frac{350}{4\,217,70} \right)$$

$$As_{req} = 19,36 \text{ cm}^2$$

Acero cama superior

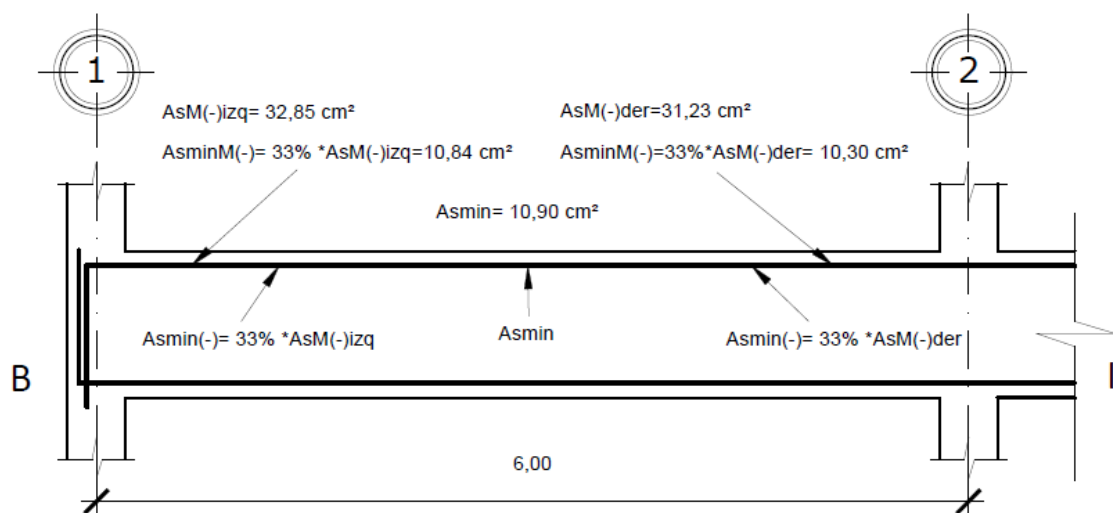
En la distribución de las barras de acero se realiza considerando los siguientes requisitos sísmicos:

Refuerzo de cama superior al centro: colocar el mayor de los siguientes resultados tomando en cuenta un mínimo de dos barras: 33 % del A_s calculado para $M(-)$ de ambos extremos de la viga o $A_{s\min}$.

$$A_s M(-) \begin{cases} A_{s\text{req}}(M-)_{\text{izq}} = 32,85 \text{ cm}^2 \\ A_{s\text{req}}(M-)_{\text{der}} = 31,23 \text{ cm}^2 \end{cases}$$

$$A_{s\min} \text{ en } M(-) \begin{cases} 33\% * A_{s\text{req}}(M-)_{\text{izq}} = 0,33 * 32,85 = 10,84 \text{ cm}^2 \\ 33\% * A_{s\text{req}}(M-)_{\text{der}} = 0,33 * 31,23 = 10,30 \text{ cm}^2 \\ A_{s\min} = 10,90 \text{ cm}^2 \end{cases}$$

Figura 44. **Armado de viga según capítulo 21 de ACI 318-11, cama superior**



Fuente: elaboración propia.

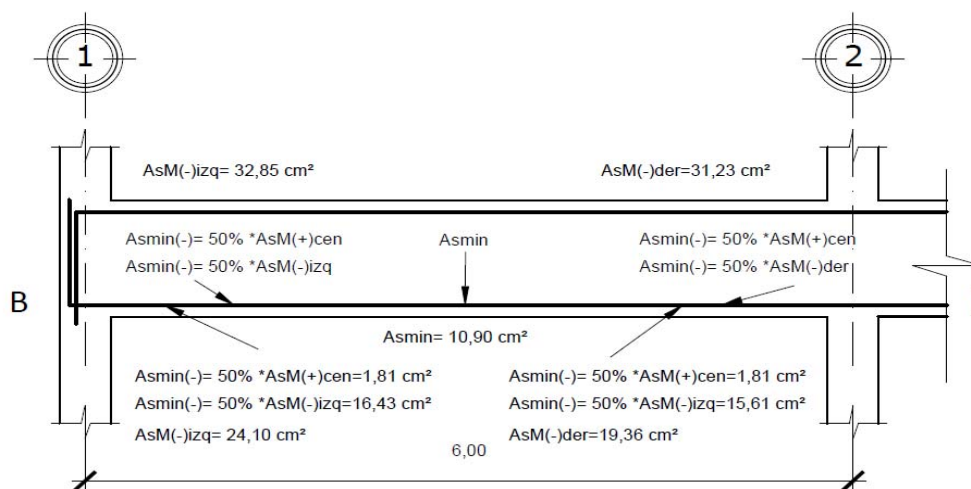
En cama superior: se colocarán 6 Nro. 8 corridos + 1 Nro. 6 corrido, no serán cortados debido que la varilla exige una longitud de desarrollo considerable para la cual es preferible no cortar la varilla y colocarla corrida.

Refuerzo de cama inferior en apoyos: colocar el mayor de los siguientes resultados tomando en cuenta un mínimo de dos barras: 50 % del A_s calculado para $M(+)$ en el centro; 50 % del A_s calculado para el $M(-)$ de ambos extremos de la viga o $A_{s\min}$.

$$A_{s\min} \text{ en } M(+)\left\{\begin{array}{l} 50 \% * A_{s\text{req}}(M-)\text{izq} = 0,50 * 32,85 = 16,43 \text{ cm}^2 \\ 50 \% * A_{s\text{req}}(M-)\text{der} = 0,50 * 31,23 = 15,61 \text{ cm}^2 \\ 50 \% * A_{s\text{req}}(M+)\text{cen} = 0,50 * 3,62 = 1,81 \text{ cm}^2 \\ A_{s\min} = 10,90 \text{ cm}^2 \end{array}\right.$$

$$A_s \text{ en } M(+)\text{ en apoyos } \left\{\begin{array}{l} M(+)\text{izq} = 24,10 \text{ cm}^2 \\ M(+)\text{der} = 19,36 \text{ cm}^2 \end{array}\right.$$

Figura 45. **Armado de viga según capítulo 21 de ACI 318-11, cama superior**



Fuente: elaboración propia.

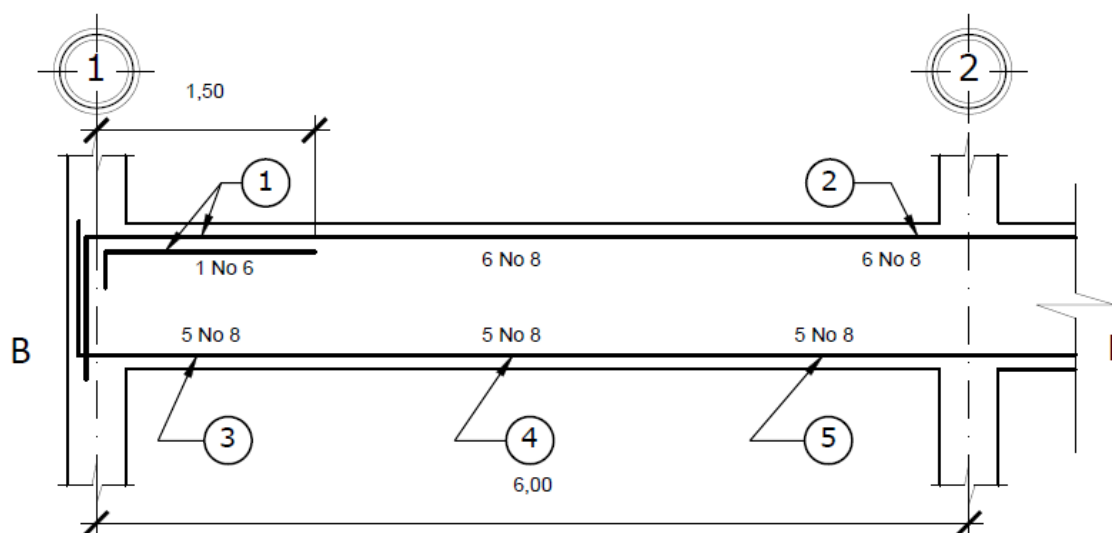
La diferencia entre A_s calculado y A_s corrido, en ambas camas, de la misma manera que en la cama superior, las varillas no se cortan en el centro por la longitud de desarrollo que exige la varilla, es mejor colocarla corrida. El bastón se consideró L/4 de la luz libre. El resultado se muestra en la tabla LIII.

Tabla LII. **Diferencia entre $A_{s_{calculado}}$ y $A_{s_{corrido}}$**

	Momento (Kg-m)	$A_{s_{req}}$ (cm^2)	Acero en varillas	A_s a usar (cm^2)
1	85 146,09	32,85	6 Nro. 8 + 1 Nro. 6	33,27
2	81 241,94	31,23	6 Nro. 8	33,27
3	63 728,63	24,10	5 Nro. 8	25,35
4	10 025,89	3,62	5 Nro. 8	25,35
5	51 732,78	19,36	5 Nro. 8	25,35

Fuente: elaboración propia.

Figura 46. **Armado de viga, acero longitudinal**



Fuente: elaboración propia.

Acero transversal: el refuerzo en el alma, se realiza colocando acero en forma de estribos, espaciados a intervalos variables a lo largo del eje de la viga.

Procedimiento de diseño a corte:

Esfuerzo de corte que resiste el concreto (V_{cu}):

La ecuación es: $V_{cu} = \phi * 0,53\sqrt{f'c} * (b * c)$, donde $\phi = 0,85$ para corte.

$$V_{cu} = 0,85 * 0,53\sqrt{350} * (45 * 73) = 27\,686,25\,Kg$$

$$V_{cu} = 27\,686,25\,Kg$$

Corte actuante, según el diagrama de corte último, viga tramo B-I.

$$V_a = 46\,340,74\,Kg$$

El corte que resiste el concreto V_{cu} compararlo con el corte actuante (V_a), si $V_{cu} \geq V_a$, la viga necesita estribos solo por armado; y el espaciamiento de estos es, $S_{m\acute{a}x} = d/2$, usando como mínimo varillas Nro. 3.

Como $d = 73\,cm$, entonces $S_{m\acute{a}x} = \frac{73}{2} = 36,5\,cm$, por lo tanto, $S_{m\acute{a}x} = 35\,cm$.

Si $V_{cu} < V_a$, se diseñan estribos por corte.

Para este caso, $V_{cu} = 27\,686,25\,Kg < V_a = 46\,340,74\,Kg$

Se deben colocar estribos por corte, el procedimiento de diseño es el siguiente:

Longitud de viga = 6,00 m

$$X' = \frac{\text{longitud de viga}}{2}$$

$$X' = \frac{6,00}{2} = 3,00 \text{ m}$$

$$X'' = \frac{V_u * X'}{V_{ac}} X'' = \frac{27\,686,25 * 3}{46\,340,74}$$

$$X'' = 1,79 \text{ m}$$

Espaciamiento hasta X" es:

$$S = \frac{2 * A_v * f_y * d}{V_{ac}} = \frac{2 * 0,71 * 4217,7 * 73}{46\,340,74} = 9,43 \cong 10,00 \text{ cm}$$

El resto de estribos se diseñan con el corte que resiste el concreto.

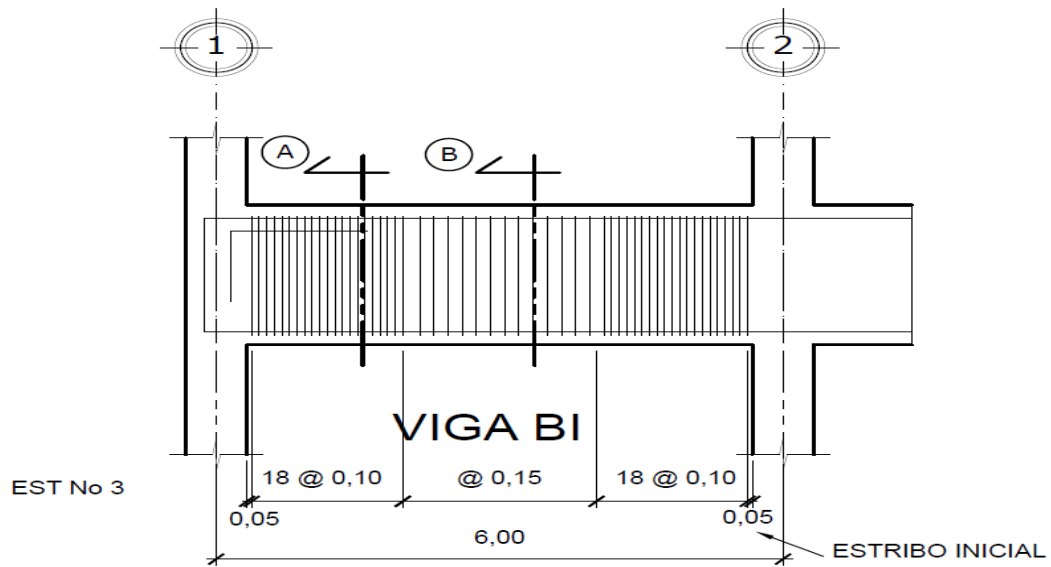
$$S = \frac{2 * A_v * f_y * d}{V_{cu}} = \frac{2 * 0,71 * 4\,217,70 * 73}{27\,686,25} = 15,79 \cong 15 \text{ cm}$$

Se utiliza, $S_{\text{máx}}$. Según capítulo 21 de ACI, sección 21.3.4.2, donde el espaciado de los estribos cerrados de confinamiento no debe exceder el menor de:

$$S_{\text{max}} = \begin{cases} \frac{d}{4} = \frac{73}{4} = 18,25 \text{ cm} \\ 8 \text{ veces el diametro de barra longitudinal} = 8 * 1,90 = 15,20 \text{ cm} \\ 24 \text{ veces el diametro de barra de estribo} = 24 * 0,95 = 22,80 \text{ cm} \\ 30 \text{ cm} \end{cases}$$

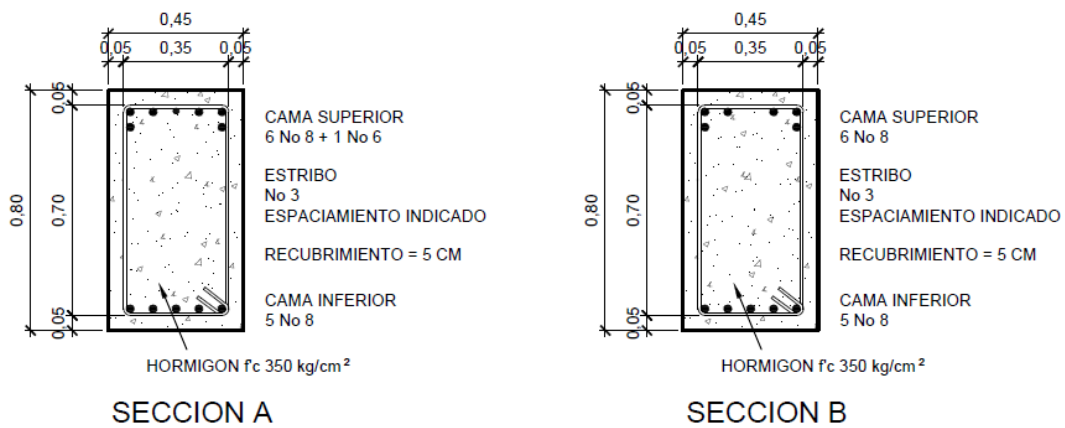
Por lo tanto, el confinamiento diseñado se encuentra dentro de los parámetros establecidos por el ACI capítulo 21. Se utilizarán los espaciamientos de estribos calculados anteriormente.

Figura 47. Armado de viga, acero transversal



Fuente: elaboración propia.

Figura 48. Sección A y B



Fuente: elaboración propia.

2.3.3.3. Diseño de columnas

Las columnas son elementos estructurales que deben resistir principalmente esfuerzos de compresión. Una columna de concreto simple puede soportar muy poca carga, pero su capacidad de carga aumenta si se le agregan varillas longitudinales. Pueden lograrse incrementos sustanciales de resistencia proporcionando restricción lateral a las varillas longitudinales, si se le provee estribos cerrados estrechamente separados o espirales helicoidales enrolladas alrededor del esfuerzo longitudinal.

Según el código ACI 318-11, sección 10.9.2, se requiere un mínimo de cuatro barras longitudinales, las cuales van confinadas entre estribos regularmente espaciados y un mínimo de seis, cuando las barras longitudinales están encerradas por una espiral continua.

Para incrementar la capacidad de deformación en elementos sujetos a efectos principales de carga axial y flexión, se recomienda contemplar los siguientes aspectos para su diseño:

- Reducir la carga axial suficientemente, bajo la carga axial del estado de esfuerzos balanceados.
- Incrementar la cantidad de refuerzo longitudinal a compresión.
- Incrementar el confinamiento en el concreto del núcleo, con refuerzo lateral.
- Reducir los esfuerzos por cortante al alcanzar la resistencia por flexión.

Se diseñarán, por cada nivel, únicamente la columna más crítica y se utilizó el método de Bresler para el diseño.

Columna típica nivel 1

A. Datos para diseño:

Sección de col: 0,70 x 0,70 m

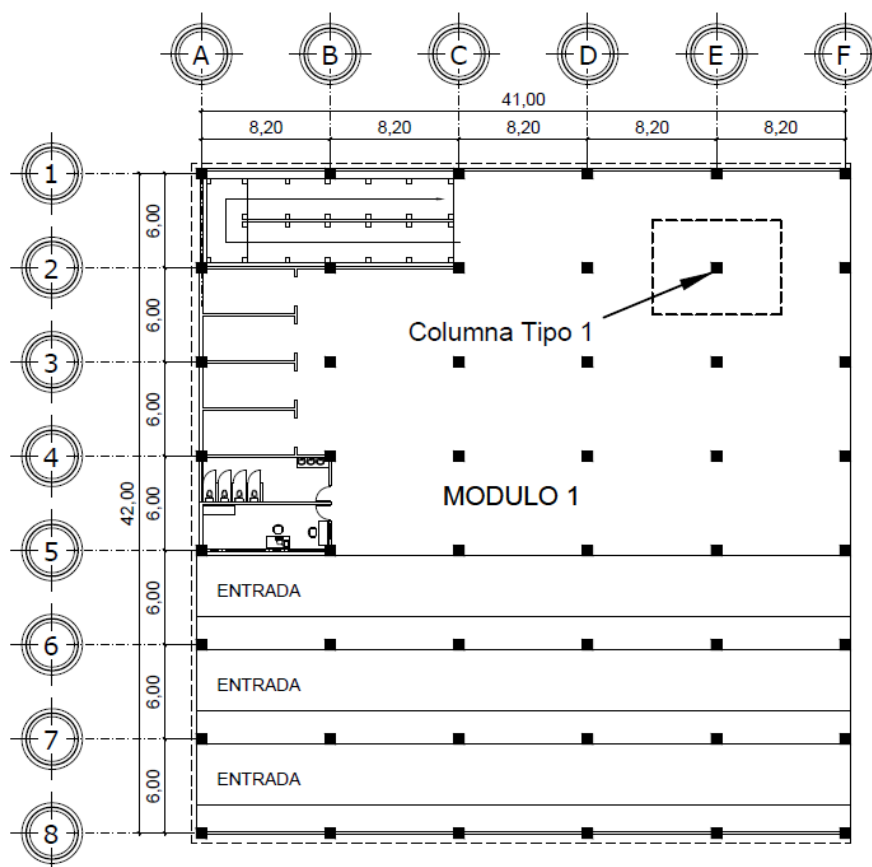
$L_u = 6,00$ m

$M_x = 105\,796,40$ kg-m

$M_y = 104\,347,40$ kg-m

$V_c = 29\,281,72$

Figura 49. **Ubicación de columna a diseñar, Nivel 1**



Fuente: elaboración propia.

Se muestra un ejemplo de diseño de columna en nivel 1, el resultado del cálculo del resto de columnas se muestra en el respectivo plano estructural.

B. Carga axial

- Carga última CU = 1,2 CM + 1,6 CV

$$\text{CU nivel 4} = 1,2 (28,29) + 1,6 (115,39) = 218,57 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{CU nivel 3} = 1,2 (354) + 1,6 (500) = 1\,224,80 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{CU nivel 2} = 1,2 (354 + 97,56) + 1,6 (600) = 1\,501,87 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{CU nivel 1} = 1,2 (354) + 1,6 (800) = 1\,704,80 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{CU total} = \text{CU nivel 4} + \text{CU nivel 3} + \text{CU nivel 2} + \text{CU nivel 1}$$

$$\text{CU total} = 4\,650,04 \text{ Kg/m}^2$$

- Factor de carga última

$$F_{cu} = \text{CU}/(\text{CM} + \text{CV}) = 4\,650,04/3\,203,24 = 1,45$$

- Carga axial

$$P_u = A_t \text{ losas} * \text{CU} + P_{pvigas} * F_{cu} + P_{pcol}$$

$$P_u = (6,00 * 8,20) * 4\,650,04 + (0,45 * 0,80 * 2\,400 * 48,60)(1,45) + (0,70 * 0,70 * 2\,400 * 11,40)(1,2) = 305\,755,72 \text{ Kg}$$

C. Esbeltez de columna

Se debe establecer la relación entre altura, ancho y luz libre de la columna, debido a que se espera que el elemento exhiba una respuesta dúctil ante el sismo del diseño. Si la columna es demasiada esbelta, puede ocurrir

pandeo lateral de borde comprimido. Si es demasiada robusta, se tornará difícil controlar la degradación de rigidez y resistencia que resulta de los esfuerzos de corte.

Clasificación de columnas por su esbeltez (E):

Columnas cortas $E < 21$

Columnas intermedias $21 \leq E \leq 100$

Columnas largas $E > 100$

Esbeltez de la columna en el sentido X

Tabla LIII. **Datos de secciones de elementos**

Viga		Columna	
Base	45	Base	70
Altura	80	Altura	70
No. Viga	Longitud	Columna	Longitud (m)
1	7,50	A	6,00
2	7,50	B	3,00
3	5,30		
4	5,30		

Fuente: elaboración propia.

Inercia

$$Inercia = I = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

donde: h = altura

b = base

$$I_{viga} = \frac{45 * 80^3}{12} = 1\,920\,000,00 \text{ cm}^4$$

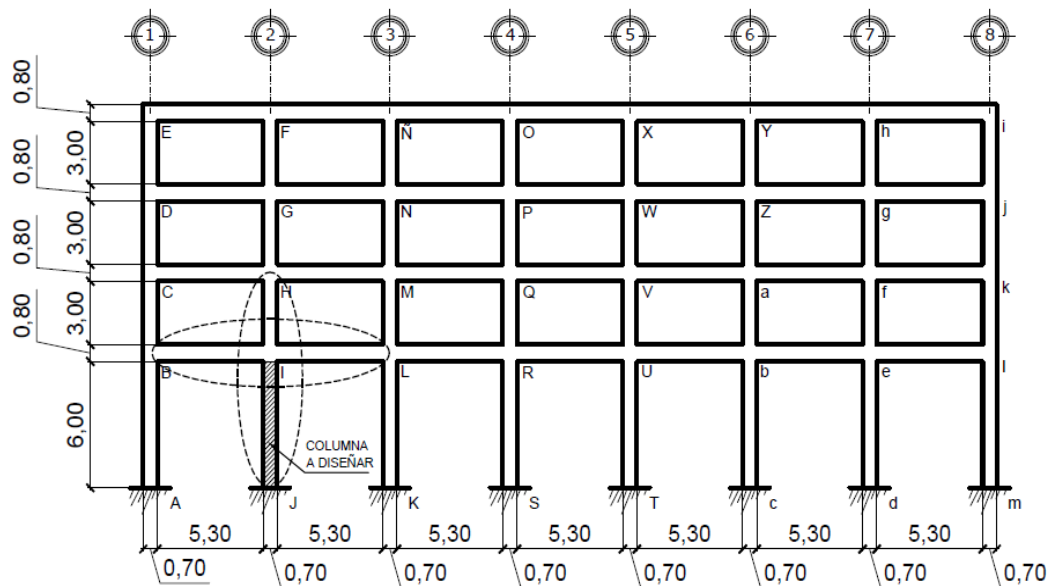
$$I_{col} = \frac{70 * 70^3}{12} = 2\,000\,833,33 \text{ cm}^4$$

Tabla LIV. **Inercia de elementos**

No. VIGA	Longitud (m)	Inercia (cm ⁴)	Columna	Longitud (m)	Inercia (cm ⁴)
1	7,50	1 920 000,00	A	6,00	2 000 833,33
2	7,50	1 920 000,00	B	3,00	2 000 833,33
3	5,30	1 920 000,00			
4	5,30	1 920 000,00			

Fuente: elaboración propia.

Figura 50. **Ubicación de columna en sección**



Fuente: elaboración propia.

Coeficientes que miden el grado de empotramiento a la rotación.

Extremo superior:

$$\Psi = \frac{\sum \left(\frac{Em \cdot I}{L} \right)_{columnas}}{\sum \left(\frac{Em \cdot I}{L} \right)_{vigas}}$$

Donde:

$Em = 1$ (como todo el marco es el mismo material)

I = Inercias de cada elemento estructural

L = Longitud de cada elemento estructural

$$\Psi_a = \frac{\frac{1 \cdot 2\,000\,833,33}{3,00} + \frac{1 \cdot 2\,000\,833,33}{6,00}}{\frac{1 \cdot 1\,920\,000}{7,50} + \frac{1 \cdot 1\,920\,000}{7,50}} = 1,95$$

Extremo inferior: $\Psi_b = 0$ si es empotramiento perfecto, pero si se asemeja se supone 1.

$$\text{Promedio } \Psi_p = \frac{\Psi_a + \Psi_b}{2} = \frac{1,95 + 1}{2} = 1,48$$

Coeficiente K:

$$K = \frac{20 - \Psi_p}{20} * \sqrt{1 + \Psi_p} \quad \text{para } \Psi_p < 2$$

$$K = 0,90 * \sqrt{1 + \Psi_p} \quad \text{para } \Psi_p \geq 2$$

$$K = \frac{20 - 1,48}{20} * \sqrt{1 + 1,48} = 1,45$$

Esbeltez de la columna

$$E = \frac{K * Lu}{\sigma}$$

Donde $\sigma = 0,30 * \text{lado menor}$

$$E = \frac{1,45 * 6,00}{0,30 * 0,70} = 41,42 (\text{columna intermedia, } 21 < E < 100)$$

La esbeltez de la columna en el sentido Y se determinó con el mismo procedimiento del sentido X.

Los resultados de E clasifican a la columna como intermedia, por lo que, se deben magnificar los momentos actuantes.

Magnificación de momentos

El momento máximo en la columna, generalmente, se encuentra en los extremos de la columna. Sin embargo, en columnas esbeltas con elevadas cargas axiales el punto de momento máximo puede estar entre los extremos de la columna, de tal forma que los momentos extremos dejan de ser momentos máximos. Al utilizar las rigideces relativas aproximadas e ignorar el efecto de los desplazamientos laterales de los miembros, es necesario modificar los valores calculados con el objetivo de obtener valores que tomen en cuenta los efectos del desplazamiento de los miembros.

Sentido X

Factor de flujo plástico del concreto:

$$\beta d = \frac{CMU}{CU} = \frac{1\,187,85}{4\,650,04} = 0,255$$

Total del material

$$EI = \frac{Ec * Ig}{2,5 * (1 + \beta d)}$$

Donde:

$Ec = 15\,100\sqrt{f'c}$, módulo elasticidad del concreto

$Ig = \frac{b*h^3}{12}$, inercia bruta del elemento

$$EI = \frac{(15\,100 * \sqrt{350}) * \left(\frac{70*70^3}{12}\right)}{2,5(1 + 0,255)} = 1,80E11 \, Kg - cm^2 \rightarrow EI = 18\,015,16 \, Ton - m^2$$

Carga crítica de pandeo de Euler:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * (EI)}{(K * Lu)^2} = \frac{\pi^2 * (18\,015,16)}{(1,45 * 6,00)^2} = 2\,349,08 \, Ton$$

Magnificado de momento:

$$\delta = \frac{1}{1 - \left(\frac{Pu}{\phi P_{cr}}\right)} \geq 1$$

Donde:

$\phi = 0,70$ para estribos

$$\delta_y = \frac{1}{1 - \left(\frac{305,7}{0,70 * 2\,349,08} \right)} = 1,22$$

Momento de diseño:

$$Md = \delta * Mu$$

$$Md_x = 1,22 * 105\,796,40 \text{ Kg} - m$$

$$Md_x = 129\,071,60 \text{ Kg} - m$$

Sentido Y

Los resultados del sentido X, son similares al sentido Y.

$$Md_x = 1,22 * 104\,347,40 \text{ Kg} - m$$

$$Md_x = 127\,413,62 \text{ Kg} - m$$

Refuerzo longitudinal

Las columnas son elementos sometidos a carga axial y momento biaxial, se aplicó el método de Bresler para diseñar las columnas. El método consiste en que, dado un sistema de cargas actuantes, se calcula el sistema de cargas resistentes.

El procedimiento de diseño es el siguiente:

Limites de acero

Según el código ACI 318-11, capítulo 21.6.3.1, establece que el área de refuerzo longitudinal, A_s , para elementos no compuestos a compresión no debe ser menor que $0,01A_g$ ni mayor que $0,06A_g$.

$$A_{s_{\min}} = 0,01(70 * 70) = 49 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\max}} = 0,06(70 * 70) = 294 \text{ cm}^2$$

Se utiliza el 2,00 %

$$2,00\% A_g = 0,02(4\ 900) = 98 \text{ cm}^2$$

Armado propuesto: $20 \text{ No. } 8 = 20(5,07) = 101,40 \text{ cm}^2$

Utilizando diagrama de iteración de columna (ver anexos), se obtienen los siguientes valores:

Diagrama de iteración

$$P_{\max} = 1\ 298\ 680,80 \text{ Kg}$$

$$P_b = 672\ 026,53 \text{ Kg}$$

$$M_b = 207\ 932,00 \text{ Kg}$$

Análisis Estructural:

$$P_d = 305\ 755,72 \text{ Kg} - m$$

$$M_{dx} = 129\ 071,60 \text{ Kg} - m$$

$$M_{dy} = 127\ 413,62 \text{ Kg} - m$$

Determinar la resistencia nominal requerida

$$P_{nxy} = \frac{P_d}{\phi}, M_{nx} = \frac{M_{dx}}{\phi}, M_{ny} = \frac{M_{dy}}{\phi}, \text{ donde: } \phi = 0,70 \text{ para columnas}$$

$$P_{nxy} = \frac{305\,755,72}{0,70} = 436\,793,89 \text{ Kg}$$

$$M_{nx} = \frac{129\,071,60}{0,70} = 184\,388 \text{ Kg} - m$$

$$M_{ny} = \frac{127\,413,62}{0,70} = 182\,019,45 \text{ Kg} - m$$

Aplicando método de carga recíproca de Bresler:

$$\text{Revisar } P_n \geq 0,10 * f'_c * A_g$$

$$436\,793,89 \text{ Kg} \geq (0,10)(350)(4900)$$

$$436\,793,89 \text{ Kg} \geq 171\,500 \text{ Kg}$$

Por lo tanto, se puede aplicar el método.

$$P_n \leq \frac{1}{\frac{1}{P_{ox}} + \frac{1}{P_{oy}} - \frac{1}{P_o}}$$

Donde:

P_n = capacidad nominal de la sección por carga axial cuando la carga se coloca con una excentricidad dada a lo largo de ambos ejes.

P_{ox} = capacidad nominal de la sección por carga axial, cuando la carga se coloca con una excentricidad e_x .

P_{oy} = capacidad nominal de la sección por carga axial cuando la carga se coloca con una excentricidad e_y .

$$P_n = \frac{Pd}{\phi} = \frac{305\,755,72}{0,70} = 436\,793,88\,Kg$$

$$P_{ox} = \left[\frac{M_{nx}(P_b - P_{max})}{M_b} \right] + P_{max}$$

$$P_{ox} = \left[\frac{184\,388\,(672\,026,53 - 1\,298\,680,80)}{207\,932,00} \right] + 1\,298\,680,80$$

$$= 742\,982,13\,Kg - m$$

$$P_{oy} = \left[\frac{M_{ny}(P_b - P_{max})}{M_b} \right] + P_{max}$$

$$P_{oy} = \left[\frac{182\,019,45\,(672\,026,53 - 1\,298\,680,80)}{207\,932,00} \right] + 1\,298\,680,80$$

$$= 750\,120,36\,Kg - m$$

$$P_o = P_{max} = 1\,298\,680,80\,Kg$$

Evaluando el límite de P_n

$$P_n \leq \frac{1}{\frac{1}{P_{ox}} + \frac{1}{P_{oy}} - \frac{1}{P_o}}$$

$$436\,793,88\,Kg \leq \frac{1}{\frac{1}{742\,982,13} + \frac{1}{750\,120,36} - \frac{1}{1\,298\,680,80}}$$

$$436\,793,88\,Kg \leq 523\,824,96\,Kg$$

Según el resultado, la sección de columna y armado propuesto, la columna resiste las cargas aplicadas.

Acero transversal

Guatemala es una zona sísmica, por lo que se debe proveer suficiente ductilidad a las columnas. La ductilidad se logra por medio del confinamiento del refuerzo transversal en los extremos de la misma.

Según el ACI 318-11 capítulo 2, la forma de resistir esfuerzos de corte y de torsión en un elemento estructural; es el empleo de barras, alambres o refuerzo electro soldado de alambre (liso o corrugado) ya sea sin dobleces o con dobleces o doblados en forma de L, de U o en formas rectangulares, y colocados perpendicularmente o en ángulo con respecto al refuerzo longitudinal.

Esfuerzo de corte que resiste el concreto (V_{cu})

$$V_{cu} = \phi * 0,53 * \sqrt{f'_c} * (b * d) \text{ donde } \phi = 0,85 \text{ para corte}$$

$$V_{cu} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{350} * (70 * 62,78) = 59\,400,65 \text{ Kg}$$

Corte actuante

$$V_a = 31\,107,25 \text{ Kg}$$

Compara V_{cu} con V_a , usando los siguientes criterios:

Si $V_{cu} \geq V_a$, se colocan estribos a $S = d/2$

Si $V_{cu} < V_a$, se diseñan estribos por corte, la varilla mínima permitida es Nro. 3.

Como $V_{cu} = 59\,400,65\text{ Kg} \geq V_a = 31\,107,25\text{ Kg}$

Se colocan estribos a $S = \frac{d}{2} = \frac{62,7}{2} = 31,35\text{ cm}$

Longitud de confinamiento

Se utiliza la mayor de las siguientes opciones:

$$\ell_o = \begin{cases} Lu/6 = 6,00/6 = 1,00\text{ m} \\ \text{Lado menor de columna} = 0,70\text{ m} \\ 0,45 \end{cases}$$

Se utilizará 1,00 m como longitud de confinamiento.

Cálculo de estribos en la zona de confinada

El código ACI 318-11 21.6.4.4. (b) El área total de la sección transversal del refuerzo de estribos cerrados de confinamiento rectangulares, A_{sh} , no debe ser menor que la requerida por las siguientes ecuaciones (21-4) y (21-5).

$$A_{sh} = \frac{0,3 * S * b * f_{tc}}{f_y} \left[\left(\frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right] \quad (21-4)$$

$$A_{sh} = 0,09 * \frac{S * b * f_{tc}}{f_y} \quad (21-5)$$

Donde:

S = espaciamiento de refuerzo transversal medido centro a centro

b = dimensión transversal del núcleo medida de centro a centro de las ramas exteriores del refuerzo transversal con área A_{sh} .

A_g = área bruta de la sección en cm^2

A_{ch} = área de la sección transversal de un elemento, medidas desde los bordes exteriores del refuerzo transversal

A_{sh} = área total del refuerzo transversal (incluyendo ganchos suplementarios) colocados dentro del espaciamiento y perpendicular a la dimensión b en cm^2 .

Se utiliza ecuación (21-5), tiene por objeto asegurar una capacidad adecuada de curvatura de flexión en las regiones de fluencia.

$$A_{sh} = 0,09 * \frac{58,10 * 350}{4217,70} = 0,433 * S$$

Colocando refuerzo transversal Nro. 4, cuatro ramas

$$A_{sh} = 4 * 1,27 = 5,08 \text{ cm}^2$$

$$5,08 = 0,433 * SS = 11,73 \text{ cm} \cong 10 \text{ cm}$$

El código ACI 318-11, en la sección 21.6.4.3 especifica: La separación del refuerzo transversal a lo largo del eje longitudinal del elemento no debe exceder la menor de (a), (b) y (c):

(a) La cuarta parte de la dimensión mínima del elemento.

(b) Seis veces el diámetro de la barra de refuerzo longitudinal menor, y

(c) S_o , según lo definido en la ecuación (21-2).

$$S_o = 100 + \left(\frac{350 - h_x}{3} \right), \text{ donde } h_x = \text{separación máxima entre estribos}$$

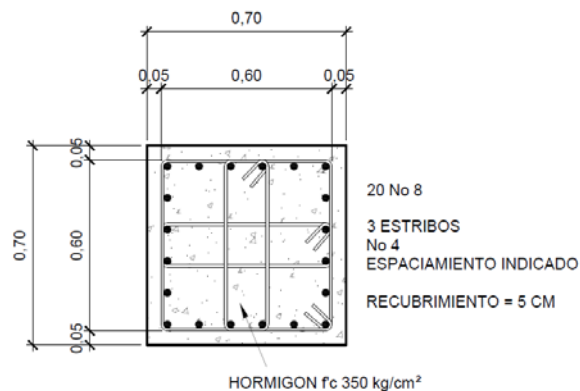
El valor de S_o no debe ser mayor de 15 cm y no es necesario tomarlo menor a 10 cm.

$$S = \begin{cases} \frac{h}{4} = \frac{70}{4} = 17,5 \text{ cm} \\ 6d_b = 6(2,54) = 15,24 \\ S_o = 100 + \frac{(350 + 222)}{3} = \frac{142,66}{10} = 14,27 \cong 14 \text{ cm} \end{cases}$$

El código ACI 318-11 indica que: más allá de la longitud ℓ_o , el resto de la columna debe contener refuerzo en forma de espiral o estribo cerrado de confinamiento, con espaciamiento S, medido de centro a centro que no exceda seis veces el menor diámetro de las barras longitudinales de la columna o 15 cm.

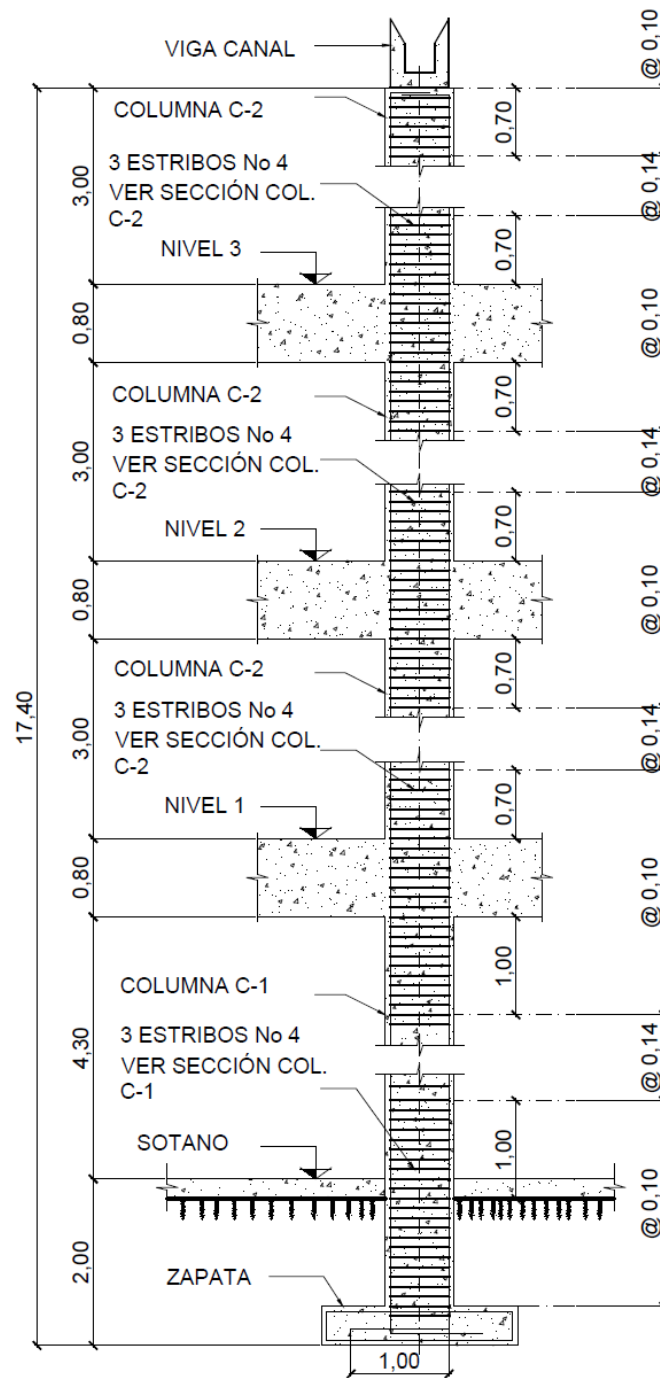
Establecido lo anterior se colocan estribos Nro. 4 espaciados @ 0,10 m dentro de la longitud de confinamiento y en el resto de la columna @ 0,14 m.

Figura 51. **Armado de columna tipo 1**



Fuente: elaboración propia.

Figura 52. Confinamiento de columna



Fuente: elaboración propia.

2.3.3.4. Diseño de cimientos

- Diseño de zapatas aisladas

Una zapata es el elemento estructural encargado de transmitir las cargas de la edificación al suelo, distribuyendo la carga de forma que no supere la capacidad de soporte que tiene el suelo.

- Procedimiento de diseño zapata tipo 1

El área de una zapata se determinará a partir de la carga de diseño transmitida por la estructura dividida las presiones resistentes del suelo.

Datos:

$$P_u = 305\,755,72 \text{ Kg}$$

$$M_{ux} = 105\,796,40 \text{ Kg-m}$$

$$M_{uy} = 104\,347,40 \text{ Kg-m}$$

$$F_{cu} = 1,45$$

$$\gamma_s = 1\,500 \text{ Kg/m}^3$$

$$\gamma_c = 2\,400 \text{ Kg/m}^3$$

$$f_y = 4\,200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f'_c = 350 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_d = 25 \text{ Ton/m}^2$$

- Determinar cargas de trabajo

$$P' = \frac{P_u}{F_{cu}} = \frac{305\,755,72}{1,45} = 210\,866,01 \text{ Kg}$$

$$M'_x = \frac{M'_{ux}}{F_{cu}} = \frac{105\,796,40}{1,45} = 72\,963,03 \text{ Kg-m}$$

$$M'_y = \frac{M'_{uy}}{Fcu} = \frac{104\,347,40}{1,45} = 71\,963,72 \text{ Kg} - m$$

- Predimensionamiento del área de la zapata

$$A_z = \frac{1,5 P'}{q_d}$$

Donde:

A_z = Área de la zapata

P' = Carga de trabajo

q_d = Capacidad soporte de suelo

$$A_z = \frac{1,5 * 210\,866,01}{25\,000} = 12,65 \text{ m}^2$$

Después de varias iteraciones, se utiliza un área de zapata de 20,25 m², las dimensiones de la zapata son 4,50 x 4,50 metros.

- Chequeo por presión sobre el suelo

La carga admisible (q_{max}), la cual debe ser menor que el valor soporte (q_d), se supone que las presiones resultantes están linealmente distribuidas, siempre que la excentricidad $e = M/P$ no supera la distancia K del núcleo de la zapata, es decir $e < K = L/6$, cuyo valor se define por la fórmula de la flexión normal.

$$q = \frac{P}{A_z} \pm \frac{M'_x}{S_x} \pm \frac{M'_y}{S_y}$$

Donde:

$$S_x = \frac{1}{6} * a * b^2$$

$$S_y = \frac{1}{6} * a^2 * b$$

Determinación de la presión sobre el suelo

$$P = P' + P_c + P_s + P_z$$

Donde:

P' = Integración de cargas de trabajo

P_c = Peso de columna

P_s = Peso del suelo desplante

P_z = Peso de zapata

$$P = 210\,866,01 + 0,70 * 0,70 * 17,70 * 2\,400 + 1,5 * 1\,000 * (20,25 - 0,49) \\ * (2,00 - 0,80) + 2\,400 * 20,25 * 0,80$$

$$P = 306\,129,21\,Kg$$

$$q_{max} = \frac{P}{A_z} + \frac{M'_x}{S_x} + \frac{M'_y}{S_y}$$

$$q_{max} = \frac{306\,129,21}{20,25} + \frac{72\,963,03}{\frac{1}{6} * 4,50 * 4,50^2} + \frac{71\,963,72}{\frac{1}{6} * 4,50^2 * 4,50} = 24\,659,99\,Kg/m^2$$

$$q_{min} = \frac{306\,129,21}{20,25} - \frac{72\,963,03}{\frac{1}{6} * 4,50 * 4,50^2} - \frac{71\,963,72}{\frac{1}{6} * 4,50^2 * 4,50} = 5\,574,98\,Kg/m^2$$

$q_{max} = 24\,659,99\,Kg/m^2 < q_d$, cumple, porque no excede el valor soporte del suelo.

$q_{max} = 5\,574,98 \text{ Kg/m}^2 < q_d$, cumple, porque no existen presiones de tensión.

Según los resultados obtenidos las dimensiones de la zapata son adecuadas.

- Presión última

Debido a que la presión debajo de las zapatas, en un punto, es distinta de la localizada en cualquier otro, se trabaja con una presión constante debajo de la zapata, la cual deber tener un valor entre q_{min} y q_{max} . Entonces, se utiliza $q_{diseño}$.

$$q_{dis} = q_{m\acute{a}x} * Fcu$$
$$q_{dis} = 24\,659,99 * 1,45 = 35\,756,98 \text{ Kg/m}^2$$

- Chequeo por corte simple

La falla de las zapatas por esfuerzo de corte ocurre a una distancia igual a d (peralte efectivo) del borde la columna, por tal se realizan las siguientes pruebas.

$$d = t - \text{recubrimiento} - \frac{\phi}{2} = 0,80 - 0,075 - \frac{0,0254}{2} = 0,71 \text{ m}$$

Corte actuante

$$V_{act} = Area * q_{diseño} = 5,33 * 35\,756,98 = 190\,584,70 \text{ Kg}$$

Corte que resiste el concreto (V_{cu})

$$V_{cu} = \phi * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

Donde:

$$\phi = 0,85$$

$$V_{cu} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{350} * 450 * 71 = 269\,277,26\ Kg$$

El resultado, $V_{act} = 190\,584,70\ Kg < V_{cu} = 269\,277,26\ Kg$, muestra que el corte actuante es menor al corte que resiste el concreto, por lo que el espesor escogido es adecuado para resistir un corte simple.

▪ Chequeo por corte punzante

La columna tiende a punzonar la zapata debido a los esfuerzos de corte que se producen en ella alrededor del perímetro de la columna. El límite donde ocurre la falla se localiza a una distancia $d/2$ del perímetro de la columna.

Corte punzante actuante

$$V_{act} = \text{Área de punzonamiento} * q_{diseño} = 18,25 * 35\,756,98 = 652\,564,88\ Kg$$

Corte punzante resistente

$$V_{cu} = \phi * 1,06 * \sqrt{f'_c} * (\beta_0 * d)$$

Donde:

$$\phi = 0,85$$

β_0 = perímetro de área de punzonamiento

$$V_{cu} = 0,85 * 1,06 * \sqrt{350} * (568 * 71) = 679\,775,48\ Kg$$

Según los resultados, $V_{cu} = 679\,775,48\text{ Kg} > V_{act} = 652\,564,88\text{ Kg}$, por lo que la sección de la zapata elegida resiste el corte por punzonamiento.

- Diseño de refuerzo por flexión

El suelo produce empuje hacia arriba produciendo momento flector en la zapata, es necesario reforzarla con acero para resistir el esfuerzo provocado.

El momento último se define como una losa en voladizo:

$$M_u = \frac{q_{diseño} * l^2}{2}$$

Donde:

l = distancia mediada desde el rostro de columna al borde de la zapata.

El área de acero se define por la siguiente ecuación:

$$A_s = \left[b * d - \sqrt{(d * b)^2 - \frac{M_{ub} * b}{0,003825 * f'_c}} \right] * 0,85 * \frac{f'_c}{f_y}$$

$$A_{s_{min}} = \rho_{min} * b * d \quad A_{s_{min}} = \frac{0,80 * \sqrt{f'_c}}{f_y} * d * b_w \geq \left[\frac{14}{f_y} \right] * d * b_w$$

Se debe calcular flexión en ambos sentidos.

Flexión en sentido X

$$M_u = \frac{35\,756,98 * 1,90^2}{2} = 64\,541,35\text{ Kg} - m$$

Datos:

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$d = 71 \text{ cm}$$

$$A_s = \left[100 * 71 - \sqrt{(100 * 71)^2 - \frac{64\,541,35 * 100}{0,003825 * 350}} \right] * 0,85 * \frac{350}{4200} = 24,65 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = \frac{0,80 * \sqrt{350}}{4200} * 71 * 100 \geq \frac{14}{4200} * 100 * 71$$

$$A_{s_{min}} = 25,30 \geq 23,66$$

Se utilizará área de acero mínima $A_{s_{min}} = 25,30 \text{ cm}^2$,

El espaciamiento de varillas está dado por:

$$S = \frac{A_v}{A_s} = \frac{5,07}{25,30} = 0,20 \text{ m}$$

Se colocará acero Nro. 8 a cada 0,20 metros.

Flexión en sentido Y

$$M_u = \frac{35\,756,98 * 1,90^2}{2} = 64\,541,34 \text{ Kg} - \text{m}$$

El peralte efectivo disminuye debido a la cama de acero colocada en el sentido X.

$$d_y = d - \frac{\phi x}{2} - \frac{\phi y}{2} = 71 - \frac{2,54}{2} - \frac{2,54}{2} = 68,50 \text{ cm}$$

Datos:

b = 100 cm

d = 68,50 cm

$$A_s = \left[100 * 68,50 - \sqrt{(100 * 68,5)^2 - \frac{64\,541,34 * 100}{0,003825 * 350}} \right] * 0,85 * \frac{350}{4200} = 25,60 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = \frac{0,80 * \sqrt{350}}{4200} * 68,50 * 100 \geq \frac{14}{4200} * 100 * 68,50$$

$$A_{s_{min}} = 24,26 \geq 22,83$$

Se utilizará área de acero mínima $A_s = 25,60 \text{ cm}^2$.

El espaciamiento de varillas está dado por:

$$S = \frac{A_v}{A_s} = \frac{5,07}{25,60} = 0,20 \text{ m}$$

Se colocará acero Nro. 8 a cada 0.20 metros.

2.4. Instalaciones

2.4.1. Instalaciones eléctricas

Las instalaciones eléctricas se dividen en iluminación y fuerza. Estas instalaciones son importantes para apoyo visual y proveer energía eléctrica a herramientas o equipo eléctrico para realizar trabajos necesarios, según las actividades industriales o domésticas.

Iluminación

El diseño de los circuitos de iluminación y fuerza se realizó de la siguiente forma:

Lámpara de 175 W

Interruptores de 15 Amperios

$$P = I * V$$

Donde:

P = Potencia (Watts)

I = Intensidad (Amperios)

V = Voltaje (Voltios)

$$P = (15 A * 0,75) * 220 V$$

$$P = 2\,475 W$$

$$No. Lamparas = \frac{2\,475 W}{175 W} = 14,14 \cong 14$$

Fuerza

Toma de corriente: 180 W (Uso general)

Interruptores de 15 Amperios

$$P = I * V$$

Donde:

P = Potencia (Watts)

I = Intensidad (Amperios)

V = Voltaje (Voltios)

$$P = (15 A * 0,75) * 110 V$$

$$P = 1\,237,5 W$$

$$No. Lamparas = \frac{1\,237,5 W}{180 W} = 6,87 \cong 6$$

La distribución de luminarias y localización se detallan en los planos de iluminación y fuerza.

2.4.2. Instalaciones hidráulicas

Las instalaciones de agua potable, necesitan materiales resistentes al impacto y a la vibración, entre los cuales se encuentran el PVC y el hierro galvanizado.

Para la instalación hidráulica del edificio se utilizará PVC, el cual es un material de durabilidad considerable y fácil de instalar.

El PVC, a pesar de ser liviano, ofrece alta resistencia a la tensión y al impacto. La mayor ventaja del PVC es su alta resistencia a la corrosión y a los químicos. El PVC no se corroe, por lo que el mantenimiento no es periódico como en el caso de los materiales que no ofrecen resistencia a la corrosión.

Los diámetros de tubería y ubicación de accesorios se detallan en planos de instalación.

2.4.3. Instalaciones sanitarias

En la instalación de aguas residuales se utilizará tubería de PVC de diámetro de 4", 6" y 8". En los planos se detalla la distribución de tuberías y accesorios.

En la red de drenaje pluvial, para el caso de las tuberías de bajada pluvial para drenar el techo se realizó de la siguiente forma:

Por ser una superficie impermeable se estimará una C (Relación de escorrentía y la cantidad de lluvia caída en el área) de 1, debido a que se requiere 0 por ciento de infiltración.

$$I = \frac{3\,624,1}{5 + 27,8} = 110,49 \text{ mm/hora}$$

El área a drenar por cada bajada es de 107,10 metros cuadrados que es equivalente a 0,0107 hectáreas.

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

Donde:

Q = Caudal en metros cúbicos/segundos

C = Relación entre escorrentía y cantidad de lluvia en el área

I = Intensidad de lluvia en mm/hora

Ad = Área a drenar en hectáreas

$$Q = \frac{1 * 110,49 * 0,0107}{360} = 0,0032 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para el cálculo del diámetro, se utilizó la ecuación de Manning:

$$D = \left(\frac{691\,000 * Q * n}{S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

Donde:

S = Pendiente de tubería

Q = Caudal

n = coeficiente de rugosidad debido a que es PVC es 0,009

$$D = \left(\frac{691\,000 * 0,0032 * 0,009}{0,01^{1/2}} \right)^{3/8} = 7,27 \text{ cm}$$

El diámetro requerido es 7,27 cm, el diámetro a utilizar será de 3 pulgadas que cumple con el diámetro solicitado en el diseño.

2.5. Evaluación de impacto ambiental

La evaluación de impacto ambiental, es un estudio de los impactos relevantes, positivos y negativos, de una acción propuesta sobre el medio ambiente. Se realiza la predicción de cambios ocasionados por el proyecto en las fases de ejecución, funcionamiento y abandono para definir medidas correctivas y minimizar los efectos que ocasionarían los impactos negativos.

- Identificación de impactos ambientales

Impactos Negativos

- Impactos negativos sobre el aire

Durante la construcción del proyecto, el aire será afectado en forma negativa en baja magnitud y corta duración, por la generación de polvo durante la fase de movimiento de tierras y de la preparación mezclas de concreto y otras actividades que eleven partículas. Temporalmente, los niveles de sonoros serán afectados y con una magnitud mediana debido a la actividad de construcción y del tránsito de vehículos y maquinaria pesada.

- Impactos negativos sobre el suelo

Los impactos que afecten a suelo serán temporales y de baja magnitud. El área afectada será únicamente el área de construcción de proyecto, los efectos serán erosión del suelo, sedimentos generados. Podrían presentarse derrames de hidrocarburos de la maquinaria y transporte pesado.

- Impactos negativos sobre aguas subterráneas

Las aguas subterráneas en el área del proyecto no serán afectadas por infiltración y drenaje de aguas residuales, el nivel freático no será contaminado durante la construcción y operación del proyecto.

- Impactos negativos sobre la flora

No se identifican impactos significativos sobre la flora en general en el área del proyecto, tanto en fase de construcción, como en fase de operación del proyecto. En la flora del área cercana no se genera impactos negativos.

- Impactos sobre el medio circundante

El impacto que se generará es temporal debido al bloqueo que realizará en las calles y avenidas circundantes al área del proyecto para resguardar la seguridad de las personas y vehículos que no están relacionadas con la construcción de proyecto.

Impactos Positivos

- Impactos positivos sobre el paisaje

El paisaje recibirá un impacto positivo, de gran magnitud y beneficio. La construcción y operación del nuevo edificio mejorará la infraestructura del casco urbano.

- Impactos positivos sobre el medio cultural y socioeconómico

El mayor impacto ambiental que el proyecto tendrán con la ejecución y operación de este proyecto será en el aspecto socioeconómico, significativo y de larga duración, durante las fases de construcción y en la fase de operación del proyecto.

Este impacto influirá directamente en la calidad de vida de la población beneficiada, mejorando el entorno del casco urbano, al contar con un proyecto de infraestructura que permita el desarrollo adecuado de su actividades comerciales, sociales y recreativas.

- Plan de contingencia

Es el plan que describe las medidas que se deben aplicar como respuesta a situaciones de emergencia derivadas del desarrollo de un proyecto o actividad.

- Plan de contingencia en construcción

Para reducir los impactos negativos que el proyecto generará sobre el medio ambiente cercano se deberá tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Proteger y cerrar el área de construcción del proyecto, con el objetivo de minimizar los efectos negativos a las áreas cercanas.
- Disponer los desechos sólidos y cualquier desperdicio generado, en un lugar adecuado dentro de la construcción,

para posteriormente ser trasladado a un vertedero o relleno sanitario municipal.

- Evitar el derrame de líquidos o sustancias nocivas para la salud.
- Proteger áreas verdes cercanas al proyecto.
- Señalizar adecuadamente el área cercana y de influencia del proyecto, desde el inicio de su construcción hasta su finalización.
- El uso de maquinaria será restringido al horario diurno.
- El personal que participará en la construcción, deberá ser capacitado sobre el tema de higiene, seguridad y medio ambiente.

- Plan de contingencia en operación

El proyecto no representa ningún riesgo ambiental, ni ocasiona impactos ambientales significativos; por lo que no es necesario un plan de contingencia para la etapa de operación.

Únicamente se debe capacitar al personal que realizará las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones; para que esta actividad no represente ningún factor de riesgo en la salud e integridad física del personal, usuarios finales de la edificación y el medio ambiente en general.

2.6. Planos constructivos

Para este proyecto se elaboraron los siguientes planos constructivos:

- Plano de ubicación
- Plano de localización
- Plano de topografía
- Planos arquitectónicos
- Planos de plantas acotadas
- Planos de cimentaciones
- Planos de columnas
- Planos de vigas
- Planos de entrepisos y techos
- Planos de muros
- Planos de iluminación y fuerza
- Planos de acabados
- Planos de drenaje pluvial y drenaje de aguas negras
- Planos de instalación hidráulica
- Planos de rampa peatonal y vehicular

2.7. Presupuesto

Tabla LV. Presupuesto de proyecto

PRESUPUESTO					
Proyecto: EDIFICIO DE CENTRAL DE MAYOREO DE SAN FRANCISCO EL ALTO Ubicación: Municipio de San Francisco El Alto Fecha: 14 de Febrero 2017					
No.	REGLON	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	TOTAL
CUADRO RESUMEN DE PRESUPUESTO					
1	TRABAJOS PRELIMINARES	global	1,00	Q 390 840,14	
2	CIMENTACIÓN	global	1,00	Q 4 073 945,87	
2,1	Excavación	mt3	1 420,69	Q 22,32	Q 31 706,36
2,2	Relleno compactado	mt3	665,97	Q 27,28	Q 18 165,65
2,3	Cimiento Corrido	ml	87,16	Q 427,20	Q 37 234,60
2,4	Zapata Z-1	U	80,00	Q 40 464,24	Q 3 237 139,24
2,5	Zapata Z-2	U	16,00	Q 42 659,93	Q 682 558,84
2,6	Zapata Z-3	U	3,00	Q 6 580,74	Q 19 742,23
2,7	Zapata Z-4	U	16,00	Q 1 401,49	Q 22 423,86
2,8	Zapata Z-5	U	12,00	Q 2 081,26	Q 24 975,08
3	LEVANTADO DE MUROS	1	global	Q 9 219 039,68	
3,1	Columnas C-1	ml	537,60	Q 3 821,49	Q 2 054 431,73
3,2	Columnas C-2	ml	1 094,40	Q 3 049,97	Q 3 337 889,10
3,3	Columnas de rampa peatonal C-rp1	ml	675,16	Q 863,38	Q 582 921,64
3,4	Columnas rampa vehicular C-r1	ml	45,18	Q 2 011,07	Q 90 860,13
3,5	Castillos K-1	ml	379,60	Q 306,67	Q 116 412,83
3,6	Castillos K-2	ml	1 317,37	Q 244,00	Q 321 437,17
3,7	Castillos K-3	ml	84,00	Q 297,43	Q 24 984,18
3,8	Castillos K-4	ml	587,60	Q 159,98	Q 94 001,70
3,9	Castillos K-5	ml	37,80	Q 203,91	Q 7 707,67
3,1	Dalas D-1	ml	1 195,27	Q 258,35	Q 308 797,40

Fuente: elaboración propia.

Continuación de la tabla LV

3,11	Dalas D-2	ml	456,86	Q 146,37	Q 66 870,20
3,12	Dalas D-3	ml	1 893,00	Q 239,33	Q 453 059,96
3,13	Dalas D-4	ml	725,00	Q 202,69	Q 146 951,19
3,14	Dalas D-5	ml	69,30	Q 192,80	Q 13 361,14
3,15	Muros de block de 0.09 * 0. 19 * 0.39 m	mt2	30,03	Q 144,25	Q 4 331,84
3,16	Muros de block de 0.14 * 0.19 * 0.39 m	mt2	2 650,52	Q 161,83	Q 428 946,65
3,17	Muros de block de 0.19 * 0. 19 * 0.39 m	mt2	1 312,87	Q 888,19	Q 1 166 075,15
4	CUBIERTAS Y LOSAS	1	GLOBAL	Q 13 062 069,56	
4,1	Vigas	ml	3 043,80	Q 2 026,79	Q 6 169 140,87
4,2	Vigas Canal	ml	348,88	Q 2 605,46	Q 908 991,89
4,3	Vigas de rampa peatonal V-1	ml	345,00	Q 554,67	Q 191 360,49
4,4	Vigas de rampa peatonal V-2	ml	165,90	Q 399,71	Q 66 311,90
4,5	Vigas de rampa vehicular VIGA-r1	ml	31,68	Q 1 460,08	Q 46 255,29
4,6	Vigas de rampa vehicular VIGA-r2	ml	18,00	Q 1 338,72	Q 24 096,94
4,7	Losa de primer Nivel	mt2	3 379,12	Q 484,81	Q 1 638 220,14
4,8	Losa de segundo Nivel	mt2	3 472,07	Q 474,88	Q 1 648 831,98
4,9	Losa de tercer Nivel	mt2	3 143,89	Q 477,72	Q 1 501 911,83
4,1	Losa de rampa peatonal	mt2	940,64	Q 304,83	Q 286 731,55
4,11	Losa de rampa vehicular	mt2	90,52	Q 558,60	Q 50 564,06
4,12	Losa de rampa de ingreso	mt2	65,86	Q 477,17	Q 31 426,52
4,13	Cubierta curva metalica	mt2	4 072,03	Q 122,35	Q 498 226,09
5	INSTALACIÓN HIDRAULICA	1	GLOBAL	Q 77 659,72	
5,1	Acometida	Global	1,00	Q 3 650,18	Q 3 650,18
5,2	Instalación de artefactos	Global	1,00	Q 74 009,54	Q 74 009,54
6	INSTALACIONES SANITARIAS	1	GLOBAL	Q 520 563,16	
6,1	Drenaje sanitario	Global	1,00	Q 127 541,49	Q 127 541,49
6,2	Drenaje Pluvial	Global	1,00	Q 393 021,67	Q 393 021,67
7	INSTALACIÓN ELECTRICA	1	GLOBAL	Q 995 522,30	
7,1	Acometida	Global	1,00	Q 31 597,32	Q 31 597,32
7,2	Instalación de unidades	Global	1,00	Q 963 924,97	Q 963 924,97

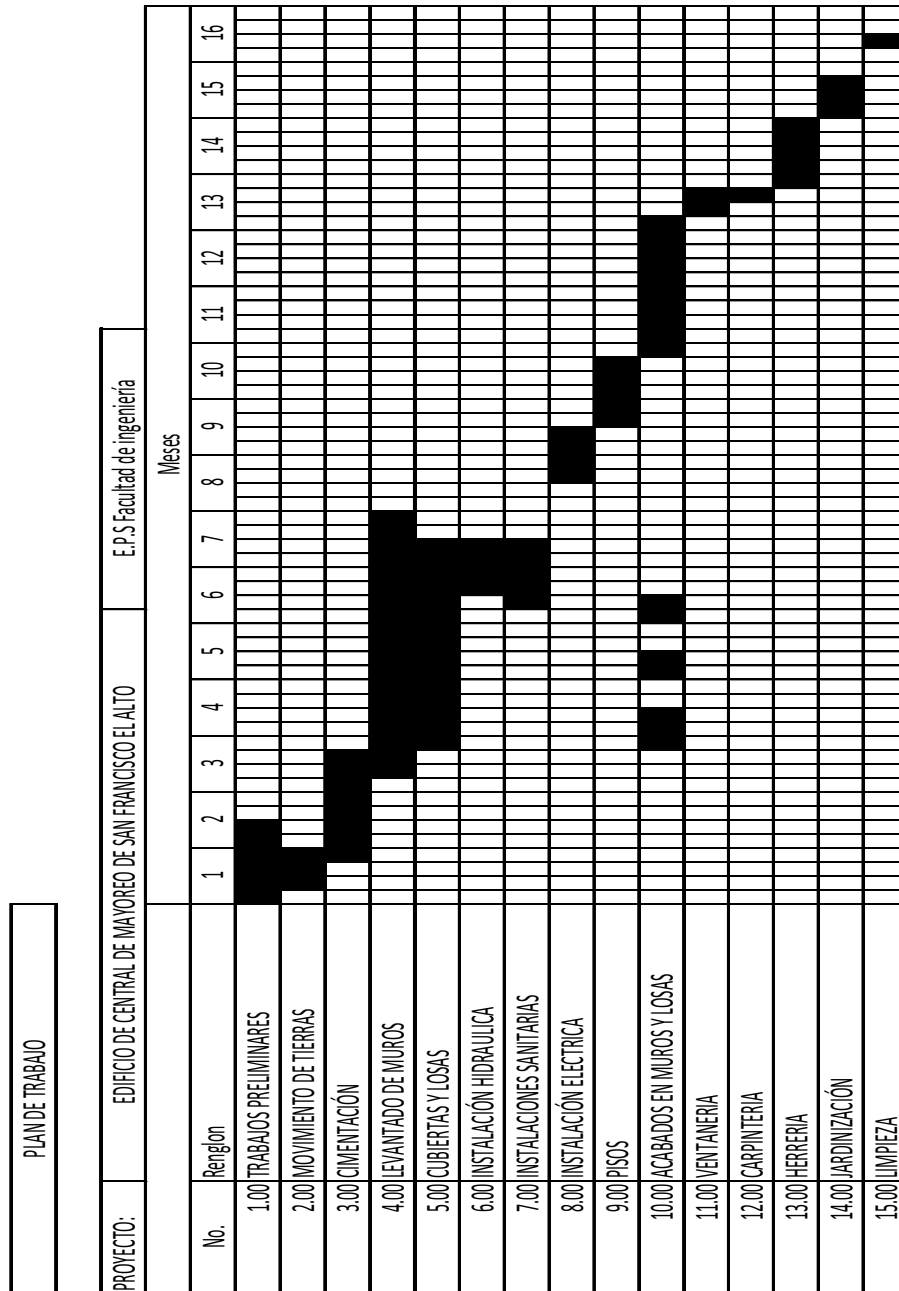
Fuente: elaboración propia.

Continuación de la tabla LV

8	PISOS	1	GLOBAL	Q 2 260 009,98	
8,1	Piso de concreto alisado e = 0.20 mts	mt2	1 572,25	Q 597,00	Q 938 636,27
8,2	Piso de granito	mt2	3 061,80	Q 186,77	Q 571 846,92
8,3	Piso ceramico antideslizante	mt2	312,82	Q 350,19	Q 109 546,39
8,4	Pavimento hidraulico	mt2	1 056,19	Q 477,34	Q 504 165,46
8,5	Banqueta de concreto	mt2	460,50	Q 294,93	Q 135 814,95
9	ACABADOS EN MUROS Y LOSAS	1	GLOBAL	Q 4 376 228,38	
9,1	Repello + Cernido + Pintura Blanco Mate	mt2	15 849,83	Q 132,47	Q 2 099 594,86
9,2	Cernido en Techo + Pintura Blanco Mate	mt2	20 654,06	Q 104,18	Q 2 151 836,83
9,3	Alisado de piso de concreto	mt2	7 274,34	Q 8,30	Q 60 371,69
9,4	Azulejo en pared	mt2	267,67	Q 201,70	Q 53 988,66
9,5	Pintura de precaucion en columnas	mt2	502,90	Q 12,05	Q 6 059,01
9,6	Trazado y pintura de cancha polideportiva	ml	274,00	Q 7,53	Q 2 063,25
9,7	Trazado y pintura en area de juegos	Global	1,00	Q 2 314,07	Q 2 314,07
10	VENTANERIA	1	GLOBAL	Q 484 420,25	
10,1	Ventanas de metal	mt2	541,38	Q 894,79	Q 484 420,25
11	CARPINTERIA	1	GLOBAL	Q 72 905,22	
11,1	Puertas	mt2	50,45	Q 1 445,10	Q 72 905,22
12	HERRERIA	1	GLOBAL	Q 468 712,15	
12,1	Puertas de aluminio	mt2	45,00	Q 716,14	Q 32 226,26
12,2	Persianas metálicas	mt2	398,91	Q 762,68	Q 304 239,84
12,3	Baranda metalica	ml	224,98	Q 288,19	Q 64 836,41
12,4	Pasamanos Metalico de rampa de ingreso	ml	76,70	Q 348,72	Q 26 747,14
12,5	Juegos infantiles	Global	1,00	Q 40 662,50	Q 40 662,50
13	JARDINIZACIÓN	1	GLOBAL	Q 268 481,34	
13,1	Banco para jardin	ml	237,52	Q 1 047,58	Q 248 821,98
13,2	Flores y arbustos	Global	1,00	Q 19 659,36	Q 19 659,36
14	LIMPIEZA	1	GLOBAL	Q 61 739,39	
			TOTAL	Q 36 332 137,14	
			Q/M2	Q 2 838,45	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVI. Cronograma de ejecución



Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Con base en la evaluación diagnóstica se determinó la necesidad de una central de mayoreo en el municipio de San Francisco El Alto.
2. La solución planteada es la construcción de un edificio para ubicar la central de mayoreo.
3. El edificio estará ubicado en 1a Calle y 4a Avenida de la Zona 1 del casco urbano de San Francisco El Alto.
4. El diseño del edificio se realizó utilizando las fundamentaciones teóricas instruidas en los cursos académicos de la carrera de ingeniería civil, *software* de análisis estructural por computadora, mostrando el resultado del diseño en planos de área arquitectónica y área estructural.
5. La serie de planos obtenidos como resultado final del análisis y diseño estructural, muestran los detalles constructivos para la ejecución de edificio para la central de mayoreo de San Francisco El Alto.

RECOMENDACIONES

1. En la fase de construcción del edificio, se debe garantizar que un profesional facultado en Ingeniería Civil supervise los trabajos para que se realice lo especificado en los planos, de acuerdo con los detalles y requerimientos.
2. Durante los trabajos de construcción, se debe proveer de personal capacitado. Y, para prolongar la vida útil del proyecto, se debe realizar el mantenimiento preventivo y correctivo a la edificación para evitar el deterioro.
3. El presupuesto elaborado es de referencia, y no debe tomarse como definitivo al realizar la cotización ya que está sujeto a cambios debido alza del precio en los materiales.
4. Realizar estudio de suelos al área donde se realizará el corte para la nivelación de la plataforma donde se construirá el edificio, ya que la calidad del suelo puede variar.

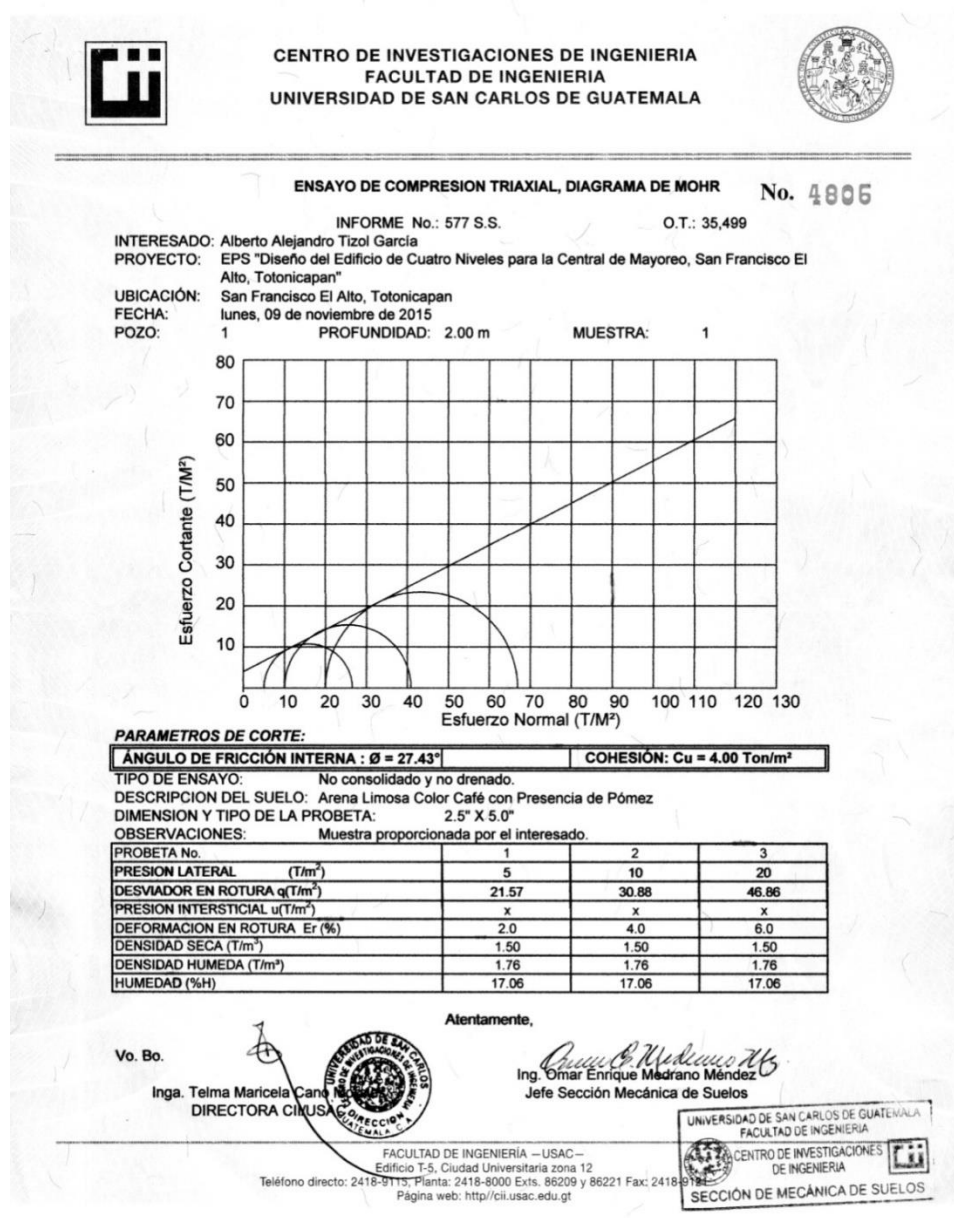
BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Normas de seguridad estructural de edificios y obras de infraestructura para la República de Guatemala*. Guatemala: AGIES, 2010.
2. Comité ACI 318. *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-0) y Comentario*. Estados Unidos: s.e. 2011.
3. DAS, BRAJA M. *Principios de Ingeniería de Cimentaciones*. 4a ed. México: Thomson Learning, 2001. 156 p.
4. Instituto Nacional de Estadística. *Características de la Población y de Los locales de habitación censados*. Guatemala: INE, 2002.
5. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 12a ed. México: McGraw-Hill 1991. 499 p.
6. PRECON. *Procesos para el armado de Losas con vigueta y Bovedilla o Molde LK*. Guatemala: s.e. 2013.
7. RODRÍGUEZ SOSA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. Trabajo de graduación de Ing Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2007. 117 p.

8. SICAL RAXCACO, Axel Roely. *Detallado de Diseño Sísmico de Hormigón Armado con Base al ACI 2005*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2008. 51 p.
9. Structural Engineering Design Provisions. *Uniform Building Code UBC (Volumen 2)* . Estados Unidos: s.e. 1997.


APÉNDICES

Apéndice 1. Ensayo de compresión triaxial




Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Ensayo de límites de Atterberg



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



INFORME No. 576 S.S.

O.T.: 35,499

No. 4805

Interesado: Alberto Alejandro Tizol Garcia

Proyecto: EPS "Diseño del Edificio de Cuatro Niveles para la Central de Mayoreo, San Francisco El Alto, Totonicapán"

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: San Francisco El Alto, Totonicapán

FECHA: lunes, 09 de noviembre de 2015


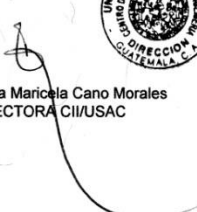
RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	N.P.	N.P.	ML	Limo Arenoso Color Café Con Presencia de Pómez

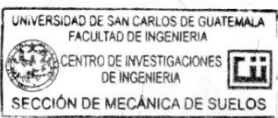
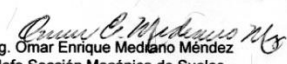
(*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra proporcionado por el interesado.

Atentamente,



Vo.Bo.
Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

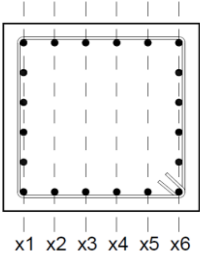
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERIA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Cálculo de diagrama de interacción de columna Nivel 1

Datos			
b	70.00	cm	
h	70.00	cm	
rec	5.00	cm	
ϕ_{col}	0.70		
ϕ_{viga}	0.90		
f'c	350.00	kg/cm ²	
fy	4,217.70	kg/cm ²	
Es	2,038,552.83	kg/cm ²	



	ref. a usar	No	8.00
--	-------------	----	------

Distancia			
51.70	cantidad X1	6.00	30.42
40.59	cantidad X2	2.00	10.14
29.48	cantidad X3	2.00	10.14
18.36	cantidad X4	2.00	10.14
7.25	cantidad X5	2.00	10.14
3.86	cantidad X6	6.00	30.42
total varillas		20.00	Ast 101.40 cm ²
Peralte estimado		d	62.78
Est No		3.00	
		d'	7.22

Paso 1	Calculo de Pn=P1=carga máxima y Mn=0		
usando la ecuación	El valor de Ast=al área total de todas las varillas El valor de $\phi=0.70$ col. Con estibros		
Pn	1,298,680.80 Kg		

Paso 2	Mn=P2= momento maximo y Pn 0		
a=15%d	Entonces "a"	9.42	
y el valor de C=a/0.85		11.08	
dist = d-c		51.70	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Cálculo de diagrama de interacción de columna Nivel 1

Por relación de triángulos			
ε1	0.0140002	fluye	
ε2	0.0109917	fluye	
ε3	0.0079831	fluye	
ε4	0.0049718	fluye	
ε5	0.0019633	no fluye	
ε6	0.0010453	no fluye	
Entonces	εy	0.002069	
Por lo tanto Ti=As*fy			
Calculo de fuerzas a tensión y compresión			
Datos	f'c	350.00	kg/cm2
	fy	4,217.70	kg/cm2
6.00	As'=As5 6 No 9	30.42	cm2
2.00	As1=As2, As3, As4	10.14	cm2
	b	70.00	cm
	Entonces "a"	9.42	cm
Fuerza debido a 3 No. 8	Cs= As'*fy	128,302.43	kg compresion
Fuerza debido a concreto	Cc=0.85*fc*b*a	196,101.22	kg compresion
Fuerza debido a 2 No 8	T1 =As1*fy	42,767.48	kg tensión
Fuerza debido a 2 No 9	T2 =As2*fy	42,767.48	kg tensión
Fuerza debido a 2 No 10	T3 =As3*fy	42,767.48	kg tensión
Fuerza debido a 2 No 11	T4 =As4*fy	42,767.48	kg tensión
Fuerza debido a 2 No 12	T5 =As5*fy	128,302.43	kg tensión
Calculo de Pn2			
Fext=Finterior			
Pn2=Cs+Cc-(T1+T2+T3+T4+T5)			
Pn2= 25,031.30 kg			
Calculo de Mn2=Max			brazo (cm)
			Cc 30.29
			Cs 27.78
			T1 16.67
			T2 5.56
			T3 5.56
			T4 16.67
			T5 27.78
ΣMcp=0 + centro geometrico		Mext=Minterior	
Mn2= Cs*brazo+Cc*brazo-T*brazo			
Mn2	13,068,389.05 kg-cm		
Paso 3 Calculo de Pb y Mb en balance de cargas			
Cb=(εu/εu+εs)*d			

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. Cálculo de diagrama de interacción de columna Nivel 1

cb	c balanceado, distancia del EN a fibra extrema superior a compresión		
εu	Deformación unitaria del concreto	0.00300	
εs	deformación unitaria del refuerzo	0.00207	
Es	Modulo de elasticidad del refuerzo	2,038,552.83	kg/cm ²

Datos:		
b	70.00	cm
h	70.00	cm
rec	5.00	cm
φcol	0.70	
φviga	0.90	
d	62.78	cm
f'c	350.00	kg/cm ²
fy	4,217.70	kg/cm ²

εy	0.00207
----	---------

Calculo de Cb:			
d'=h-d	7.22		
Cb=	37.15	cm	a=0.85 Cb 31.58 cm

Calculo de deformaciones εi			
	0.003	ε1	
	37.15	29.93	ε1 0.00242 fluye usar fy
	0.003	ε2	
	37.15	18.82	ε2 0.00152 no fluye usar Fs
	0.003	ε3	
	37.15	7.71	ε3 0.00062 no fluye usar FS
	0.003	ε4	
	37.15	3.41	ε4 0.00028 no fluye usar Fs
	0.003	ε5	
	37.15	14.52	ε5 0.00117 no fluye usar Fs
	0.003	ε6	
	37.15	25.63	ε6 0.00207 fluye usar fy
εy=fy/Es		0.00207	
fs=εi*Es	ε1	4,926.56	kg/cm ²
	ε2	3,097.83	kg/cm ²
	ε3	1,269.09	kg/cm ²
	ε4	561.30	kg/cm ²
	ε5	2,390.03	kg/cm ²
	ε6	4,218.77	kg/cm ²

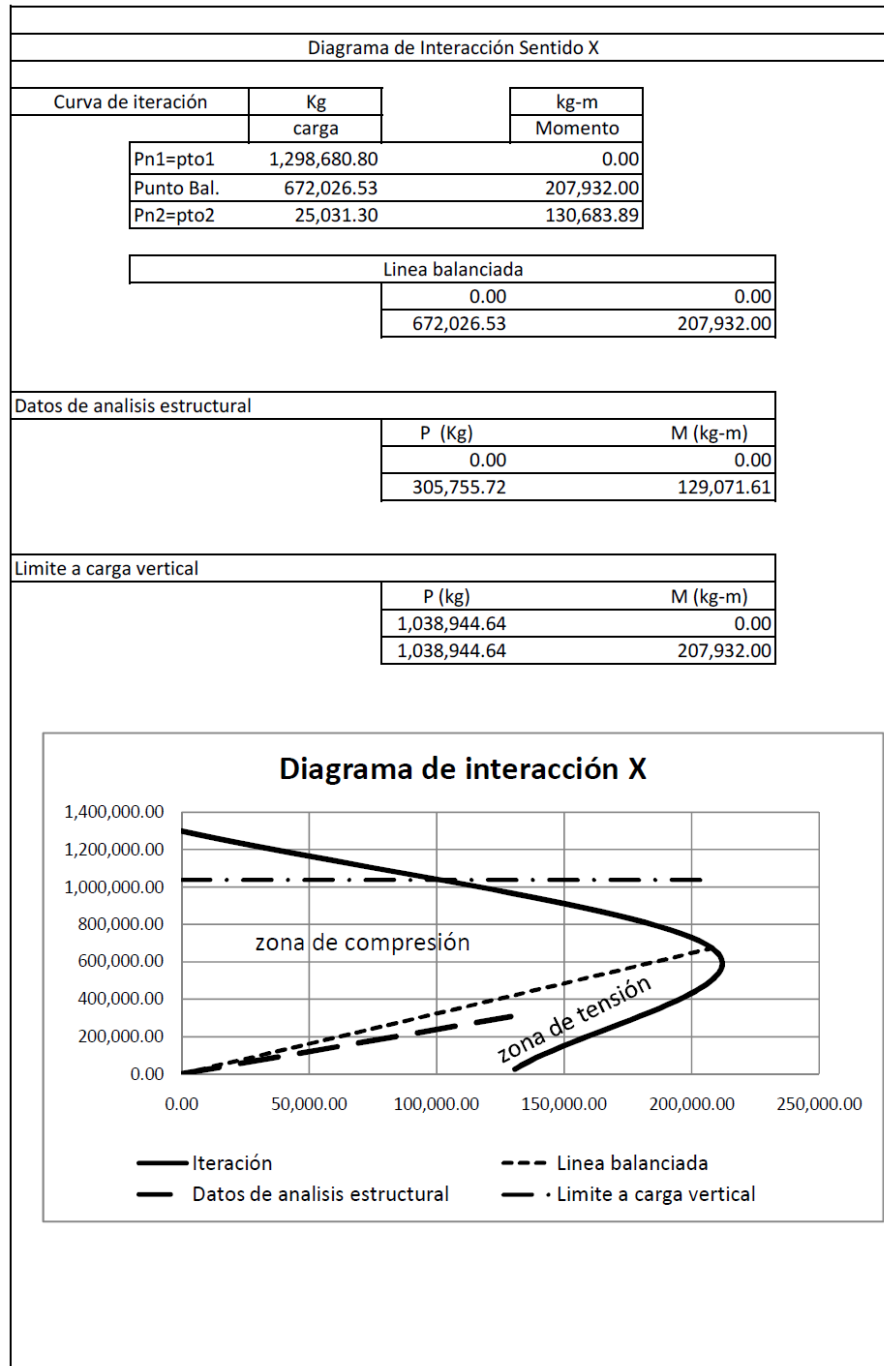
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. Cálculo de diagrama de interacción de columna Nivel 1

Cálculo del Pb, Mb y ebal			
Geometría de cargas:			
Nota: ΣM es respecto a centro geometrico. Siempre que la distribución sea simetrica			
f'c	350.00	kg/cm2	
fy	4,217.70	kg/cm2	
As'=As5	3No8	30.42	cm2
As1=As2=As3=As4		10.14	cm2
b		70.00	cm
a=0.85*Cb		31.58	cm
fs=ei*Es	fs2	3,097.83	kg/cm2
	fs3	1,269.09	kg/cm2
	fs4	561.30	kg/cm2
	fs5	2,390.03	kg/cm2
Fuerza debido a 6 No 8	Cs=As'*fy	128,302.43	compresión
Fuerza debido a bloque de concreto	Cc=0.85*f'c*b*a	657,672.50	compresión
Fuerza debido a 2 No 8	Cs1=As1*fy	31,411.96	compresión
Fuerza debido a 2 No 8	Cs2=As2*fy	12,868.56	compresión
	T1=As3*fy	5,691.54	tensión
	T2=As4*fy	24,234.95	tensión
	T3=As5*fy	128,302.43	tensión
Calculo de Pb			
$\Sigma Fx = 0$	Fext=Finterior		brazo (cm)
		Cc	19.21
		Cs	27.78
Pb=Cc+Cs+Cs1+Cs2-T1-T2-T3		C1	16.67
Pb=	672,026.53 kg	C2	5.56
Calculo de Mb			
$\Sigma Mcp=0$	Mext=Minterior	T1	5.56
		T2	16.67
		T3	27.78
Mb=Cs*brazo+Cs*brazo-T*brazo			
Mb	20,793,200.01 kg-cm		

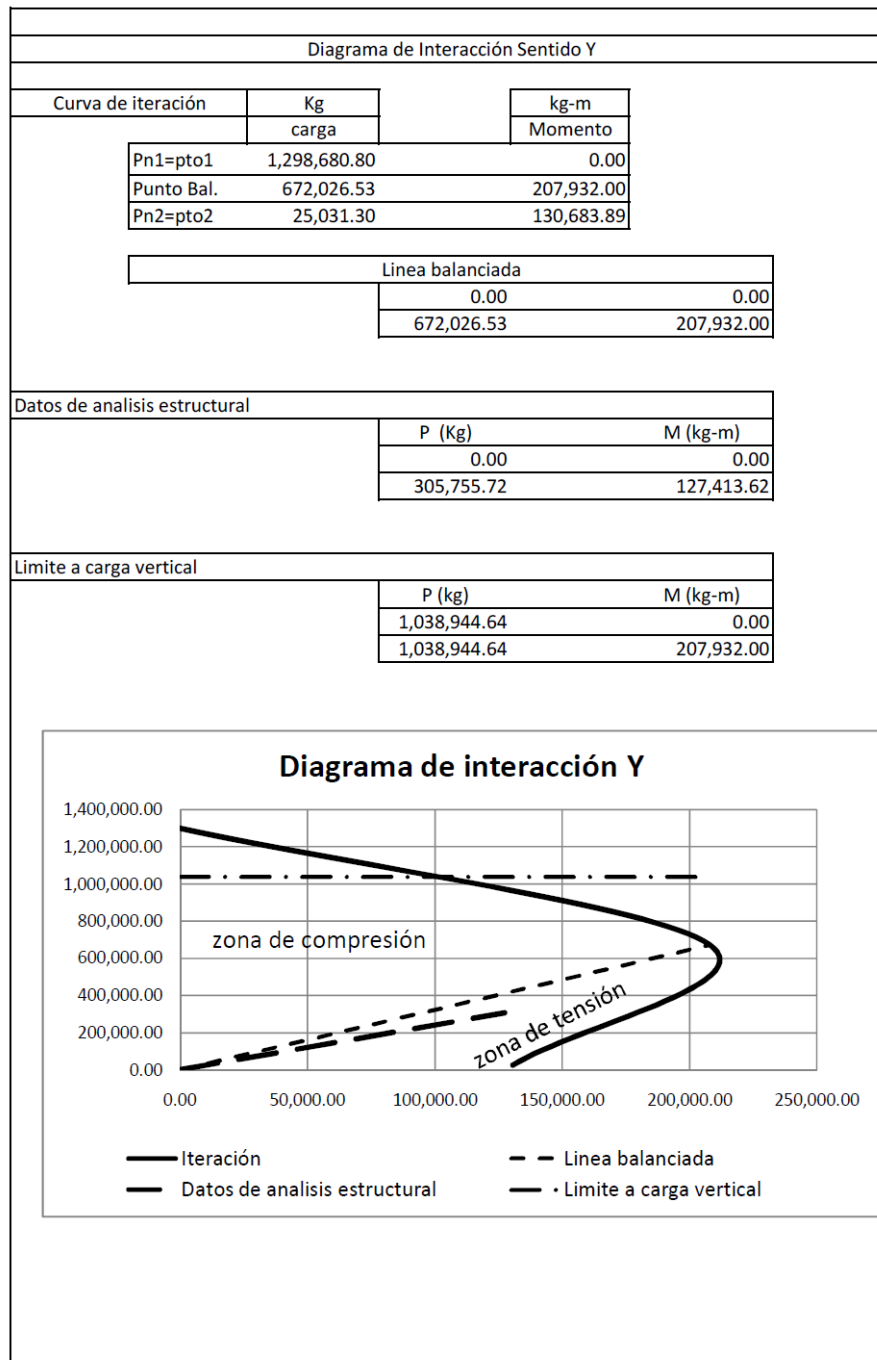
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. Diagrama de interacción Sentido X de columna Nivel 1



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 8. Diagrama de interacción Sentido Y de columna Nivel 1



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 9. **Planos**

1. NOTAS GENERALES:

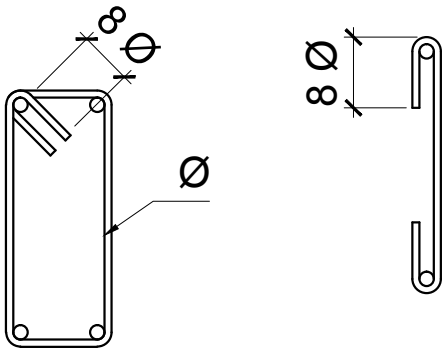
- 1.1. ACOTACIONES EN METROS EXCEPTO DONDE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.
1.2. ELEVACIONES Y NIVELES EN METROS.
1.3. LAS ACOTACIONES Y ESPACIAMIENTOS DE VARILLAS SON DE CENTRO A CENTRO.
1.4. NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA DE LOS PLANOS NO SON CONFIABLES.
1.5. CUANDO NO SE INDIQUE SEPARACIÓN DE VARILLAS SE ENTENDERÁ QUE VAN UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDAS.
1.6. RECUBRIMIENTO MÍNIMO ES DE 3 CM O EL MAYOR DIÁMETRO DEL REFUERZO LONGITUDINAL.
1.7. TODAS LAS ACOTACIONES Y NIVELES DEBERÁN VERIFICARSE CON LOS PLANOS ARQUITECTÓNICOS Y EN LA OBRA.
1.8. ESPECIFICACIONES DE MATERIALES :

- A. CONCRETO NORMAL DE PESO VOLUMÉTRICO 2,400 KG/M³ CON TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADO Ø 3/4".
B. CONCRETO f'c = 350 Kg/cm² EN ZAPATAS, COLUMNAS, VIGAS Y DONDE EL PLANO CORRESPONDIENTE LO INDIQUE.
C. CONCRETO f'c = 280 Kg/cm² EN TOPPING DE LOSA.
D. ACERO DE REFUERZO fy = 4,200 Kg/cm².

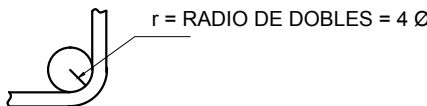
- 1.9. VER EN PLANOS ARQUITECTÓNICOS LAS DISTANCIAS A EJES DE COLUMNAS Y MUROS.
1.10. EL CURADO DE CONCRETO SE HARÁ MANTENIENDO AL CONCRETO EN CONDICIONES DE HUMEDAD CUANDO MENOS DURANTE LOS PRIMEROS 7 DÍAS DESPUÉS DE LA COLOCACIÓN O UTILIZAR OTRO MÉTODO DE CURADO ACCELERADO DE PROCESO ACEPTADO POR EL ACI 318-11, SECCIÓN 5.11.

2. NOTAS DE ARMADO Y ANCLAJES:

- 2.1 NO SE DEBE TRASLAPAR O SOLDAR MÁS DE 50% DEL ACERO DE REFUERZO EN UNA MISMA SECCIÓN.
2.2 EXCEPTO DONDE SE INDIQUE EXPRESAMENTE OTRA LONGITUD LAS VARILLAS TERMINALES EN ESCUADRA.
2.3 LOS ESTRIBOS SE AJUSTARÁN A LAS SIGUIENTES ALTERNATIVAS:



- 2.4 LOS ESTRIBOS VERTICALES SE EMPEZARÁN A CONTAR A PARTIR DEL PAÑO DE APOYO
2.5 PARA GARANTIZAR UN BUEN COLADO DEBERÁ DEJARSE ESPACIO SUFICIENTE ENTRE LAS VARILLAS PARA LO CUAL SE PERMITIRÁ COLOCAR REFUERZO LONGITUDINAL PRINCIPAL EN PAQUETES HASTA DE DOS VARILLAS.
2.6 TODO EL REFUERZO SE DOBLARÁ DE ACUERDO A LA SIGUIENTE FIGURA:



- 2.7 EL REFUERZO QUE TERMINE EN SUS EXTREMOS EN ESCUADRA SE ANCLARÁ EN EL ELEMENTO NORMAL A ELLA (NERVADURA, VIGA, COLUMNA O MURO).
2.8 LAS VARILLAS DEBERÁN COLOCARSE EN LA POSICIÓN INDICADA EN LOS PLANOS.
2.9 LOS GANCHOS Y DOBLECES DE VARILLAS DE REFUERZO, DEBERÁN HACERSE EN FRÍO Y CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES DEL ACI 318-11, SECCIÓN 7.
2.10 PARA ANCLAJES Y TRASLAPES SE PRESENTAN LAS TABLAS DE GANCHO, ANCLAJES Y TRASLAPES.

3. NOTAS DE LOSAS

- 3.1 VER DETALLE DE ARMADO DE LOSAS EN PLANO 51.
3.2 LA FORMALETA SERÁ RETIRADA 14 DÍAS DESPUÉS DE LA FUNDICIÓN, A MENOS QUE SE ESTABLEZCA POR MEDIO DE PROBETAS QUE EL CONCRETO ALCANZÓ LA RESISTENCIA MÁXIMA.
3.3 LAS CIMBRAS Y ENCOFRADOS DEBEN RETIRARSE DE TAL MANERA QUE NO SE AFECTE NEGATIVAMENTE LA SEGURIDAD O FUNCIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA.

4. NOTAS DE COLUMNAS

- 4.1 EL RECUBRIMIENTO SERÁ EL INDICADO EN PLANOS. EN CASO DE NO INDICARSE SE UTILIZARÁ COMO RECUBRIMIENTO MÍNIMO 3 CM O EL MAYOR DIÁMETRO DE REFUERZO LONGITUDINAL.
4.2 EL ANCLAJE DE LAS COLUMNAS SE HARÁ COMO SE INDICA EN LA TABLA DE ANCLAJES TRASLAPES.
4.3 LAS VARILLAS DE LAS COLUMNAS QUE NO SE CONTINUEN AL SIGUIENTE NIVEL, SE PROLONGARÁN DEL PAÑO DE LAS LOSAS LA LONGITUD DE ANCLAJE.

5. NOTAS DE MUROS

- 5.1 LOS MUROS DIVISORIOS O DE ALBAÑILERÍA SE CONSTRUIRÁN POSTERIORMENTE AL DESCIMBRADO DE LA LOSA SUPERIOR DEJANDO UN ESPACIO LIBRE DE 1 CM ENTRE LOSA O VIGA, DE TAL MANERA QUE NO SEAN CAPACES DE TOMAR CARGA Y LLEVARÁN CATILLOS A UNA SEPARACIÓN NO MAYOR DE 3 MTS. ASÍ COMO EN SUS EXTREMOS EN SIN COLUMNAS Y MOCHETAS DEBIENDO ANCLARSE A LAS LOSAS.

6. NOTAS DE CIMENTACION

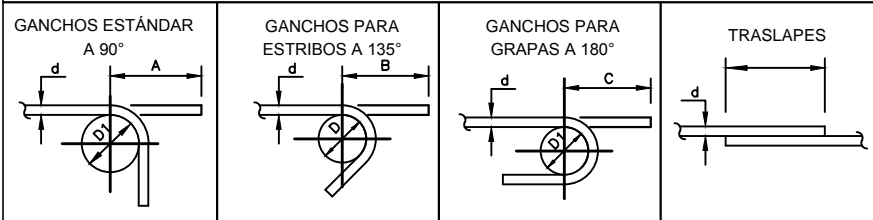
- 6.1. TODAS LAS ZAPATAS Y LOSAS DEBERÁN DESPLANTARSE SOBRE TERRENO SANO LIBRE DE MATERIA ORGÁNICA O RELLENO.
6.2. VALOR SOPORTE DEL SUELO VS = 25 T/m².
6.3. LOS RELLENOS NO ESTRUCTURALES DE EXCAVACIONES QUE ALOJAN CIMENTACIONES, SERÁN CON MATERIALES SELECCIONADOS PRODUCTO DE EXCAVACIÓN QUE NO SEA PREDOMINANTEMENTE ARCILLOSO, LIBRE DE MATERIA ORGÁNICA, LIMPIO Y QUE CUMPLA CON CBR ≥ 10 (MEDIDO A UNA COMPACTACIÓN DEL 95% AASHTO T-180).
6.4. RECUBRIMIENTO DE 7.5 CM.

7. RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS

EN CIMENTACIONES	7.5 CM
EN VIGAS Y COLUMNAS	4.0 CM
EN VIGAS Y COLUMNAS EN PAQUETE DEL No. 8 O MAYORES	5.0 CM
EN LOSAS DE SUPERESTRUCTURA	2.0 CM
EN MUROS	2.0 CM
EN DALAS Y CASTILLOS	2.0 CM

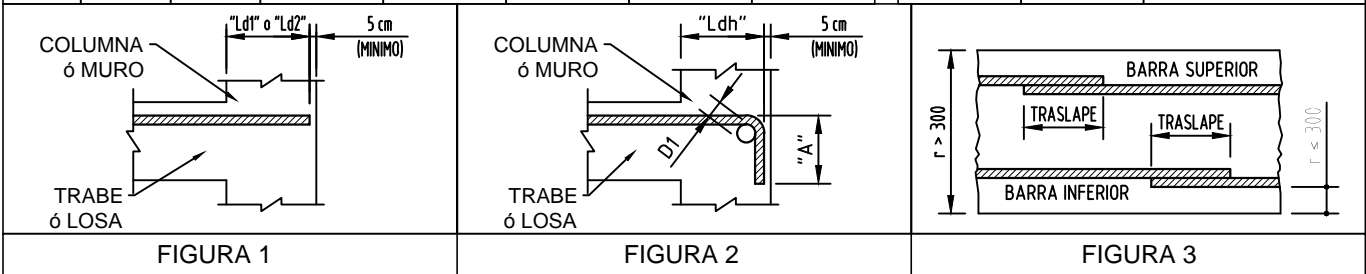
LOS SEPARADORES Y AMARRES DE CIMBRA SERÁN DEBIDAMENTE RETIRADOS, RESANANDO Y SELLANDO EL CONCRETO DE ACUERDO AL RECUBRIMIENTO MÍNIMO INDICADO.

TABLA DE GANCHOS, ANCLAJES Y TRASLAPES



VARILLAS		DIMENSIONES EN MM.					
No.	DIAM. NOMINAL d		GANCHOS				
	PULG.	MM	90°	135°	180°	D1	D
			A	B	C		
# 3	3/8"	10	170	120	170	60	40
# 4	1/2"	13	230	150	210	80	50
# 5	5/8"	16	280	200	240	95	65
# 6	3/4"	19	340	280	290	115	115
# 8	1"	25	450	370	390	155	155
# 10	1 1/4"	32	630	-	610	275	-
# 12	1 1/2"	38	790	-	-	380	-

VARILLAS		
No.	DIAM. Nominal db	Separación mínima entre varillas
	PULG.	MM
# 3	3/8"	35
# 4	1/2"	38
# 5	5/8"	41
# 6	3/4"	44
# 8	1"	51
# 10	1 1/4"	64
# 12	1 1/2"	76



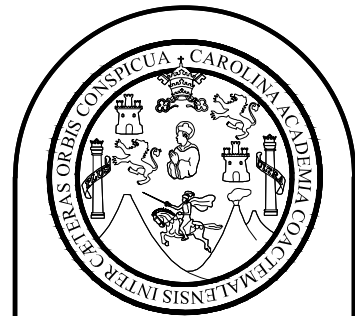
MARCOS EN ZONA DE RIESGO SISMICO

TABLA DE VIGAS Y COLUMNAS

VARILLAS			ANCLAJES A TRACCION									
No	DIAM. NOMINAL d		f'c = 250 y 280 kg / cm2					f'c = 310 y 350 kg / cm2				
	PULG.	MM	Ld1 (Barras Sup.)	Ld2 (Barras Inf.)	TRASLAPES		Ldh (Gancho 90°)	Ld1 (Barras Sup.)	Ld2 (Barras Inf.)	TRASLAPES		Ldh (Gancho 90°)
					(Barras Sup.)	(Barras Inf.)				(Barras Sup.)	(Barras Inf.)	
# 3	3/8"	10	520	370	670	480	150	460	330	600	430	150
# 4	1/2"	13	690	490	890	640	200	620	440	800	570	180
# 5	5/8"	16	860	610	1,120	800	250	770	550	1,000	720	220
# 6	3/4"	19	1,030	740	1,340	960	300	930	660	1,200	860	260
# 8	1"	25	1,370	980	1,790	1,280	400	1,230	880	1,600	1,150	350
# 10	1 1/4"	32	1,720	1,223	2,230	1,600	490	1,540	1,100	2,000	1,430	440
# 12	1 1/2"	38	2,060	1,480	2,680	1,930	590	1,850	1,320	2,410	1,720	530

NOTA:

NO SE RECOMIENDA TRASLAPAR.



FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

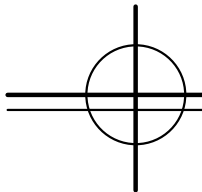
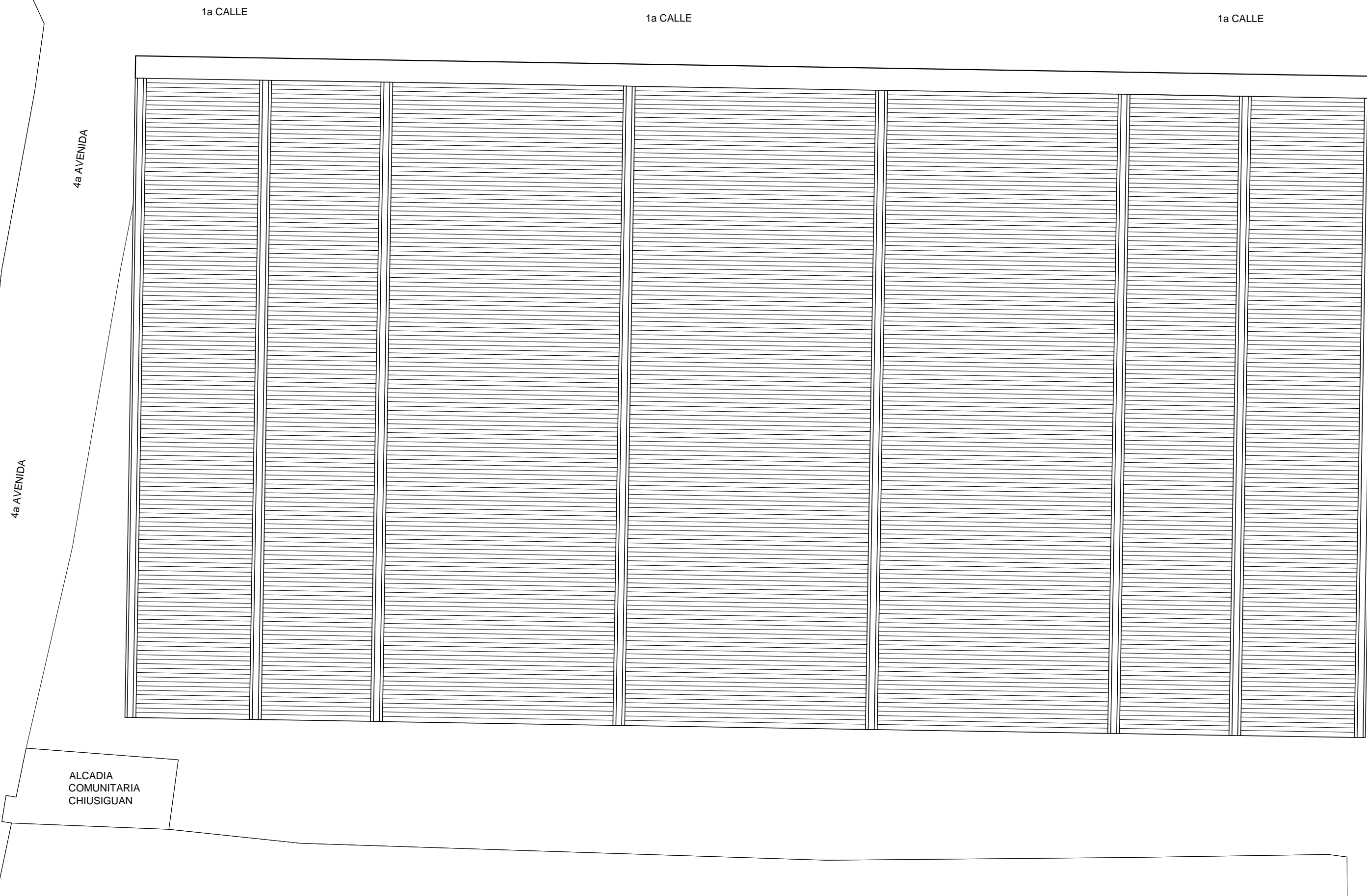
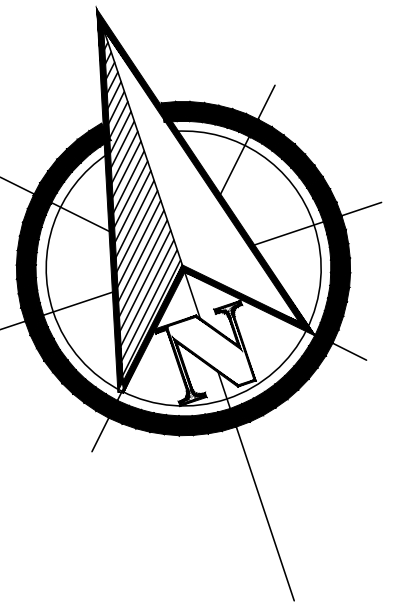
MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPÁN

DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO

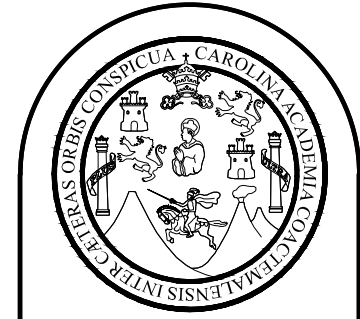
PLANO DE:
ESPECIFICACIONES GENERALES

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 00 86
FECHA: JUNIO DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	



PLANO DE UBICACION

ESCALA 1:500



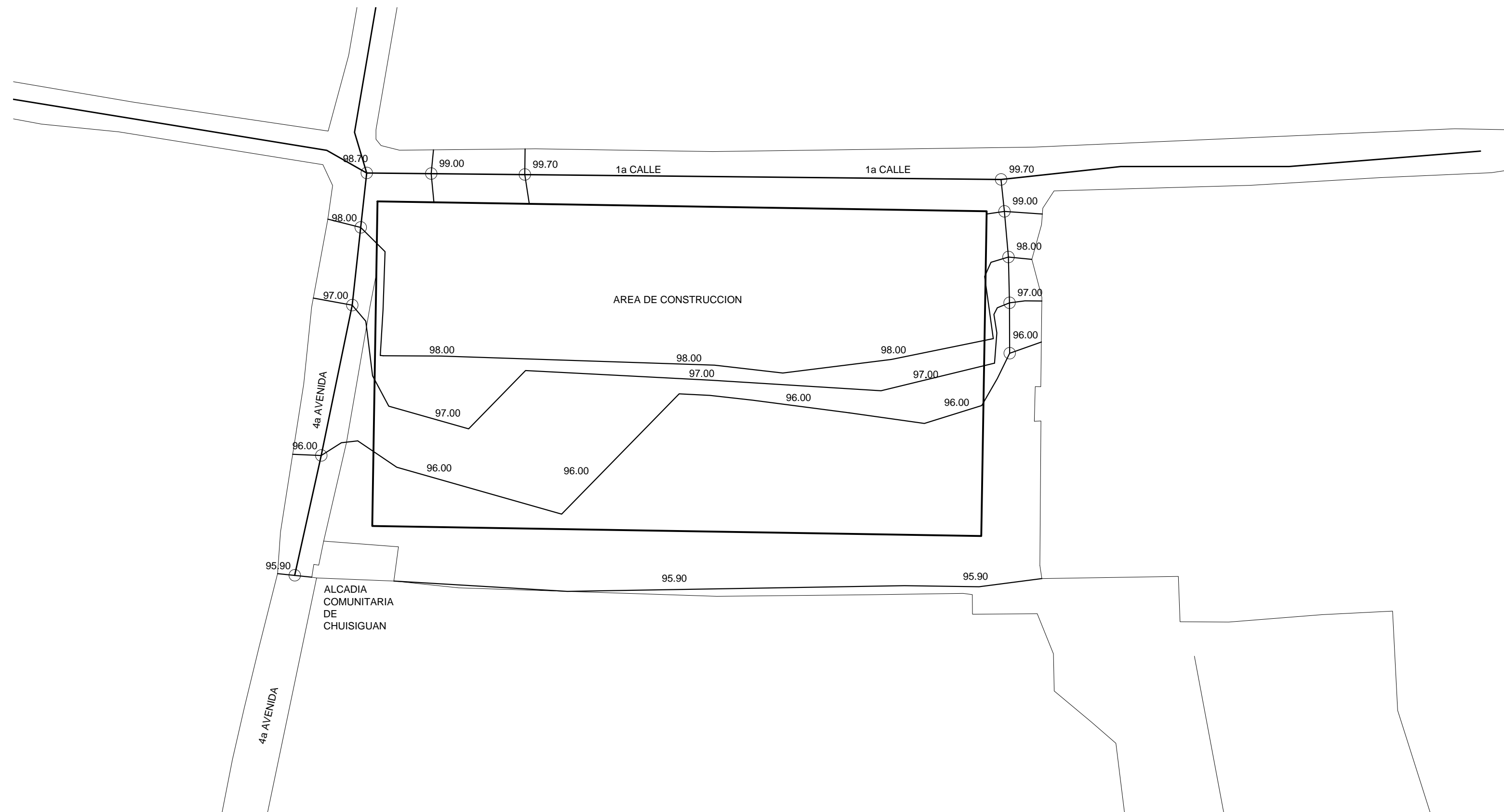
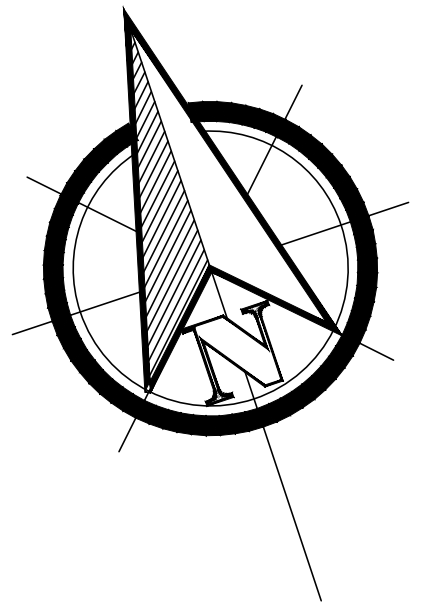
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
PLANO DE UBICACION

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 01
FECHA: MARZO DE 2014	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



LOCALIZACION DEL PROYECTO

ESCALA 1:500



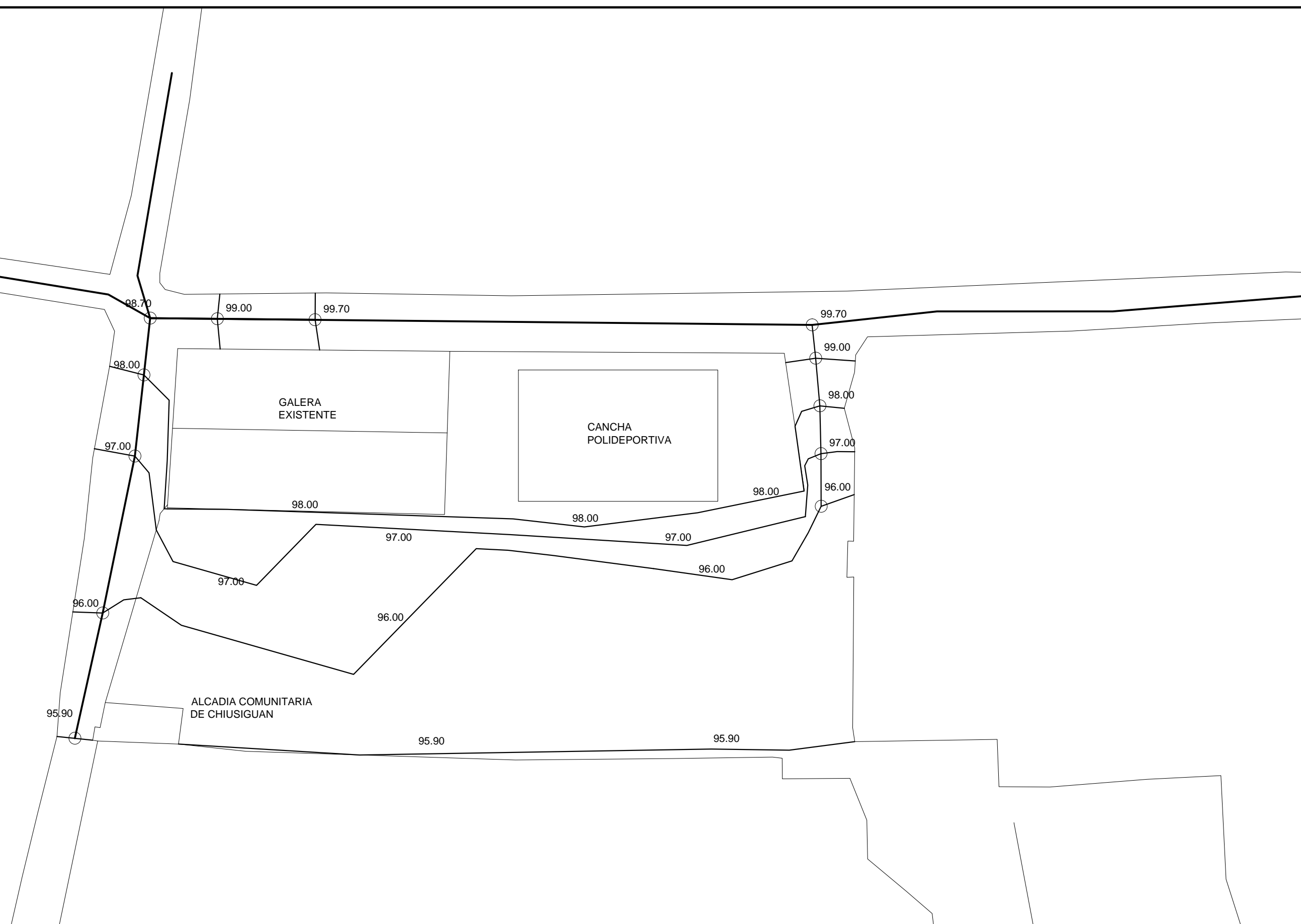
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
LOCALIZACION DEL PROYECTO

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 02
FECHA: MARZO DE 2014	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



ESCALA 1:500



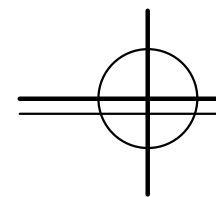
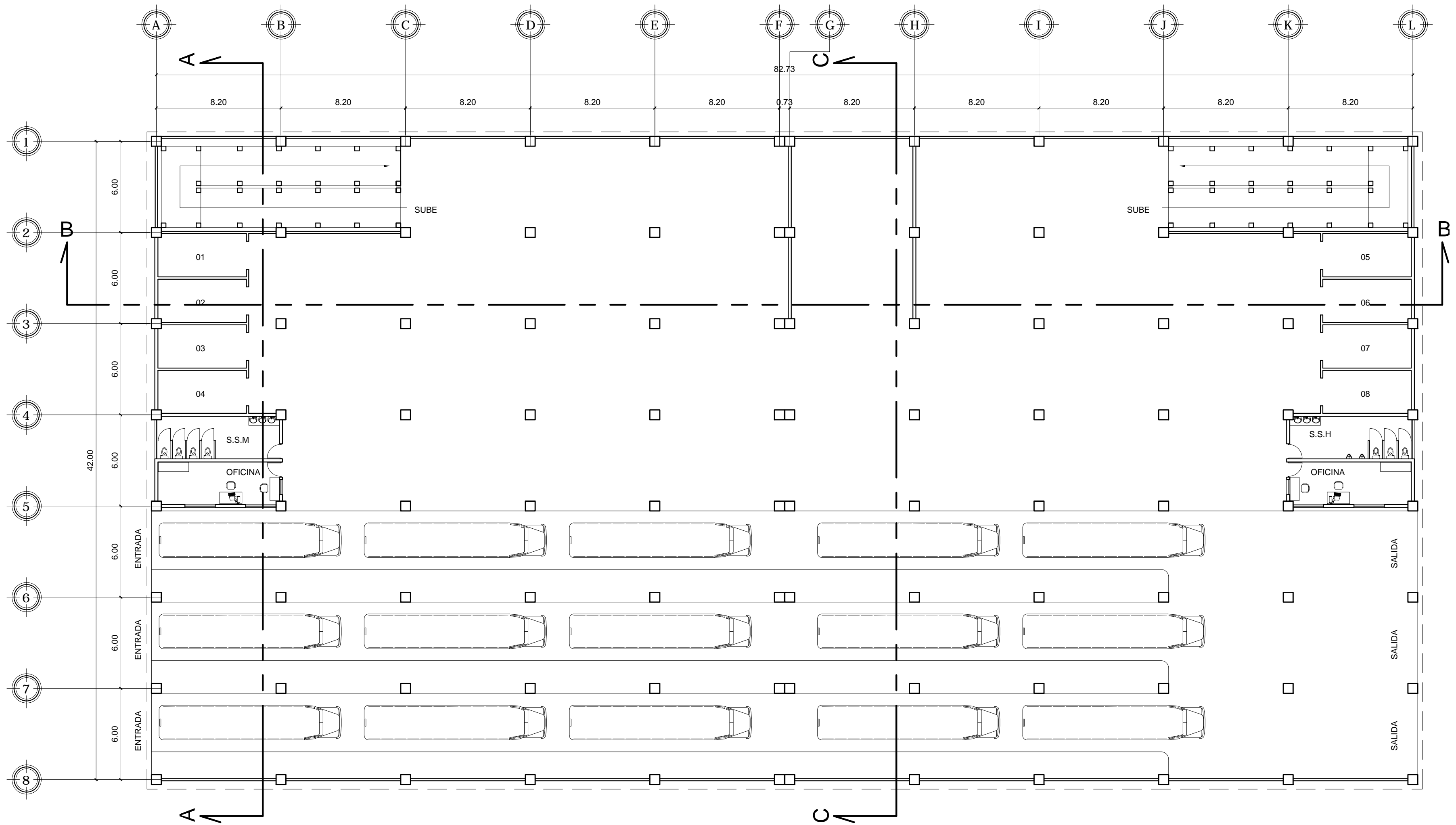
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PLANO DE:
TOPOGRAFIA

FECHA: MARZO DE 2014	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA
-------------------------	---

86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



PLANTA DE SOTANO AREA DE TERMINAL DE BUSES

ESCALA 1:200



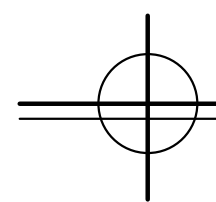
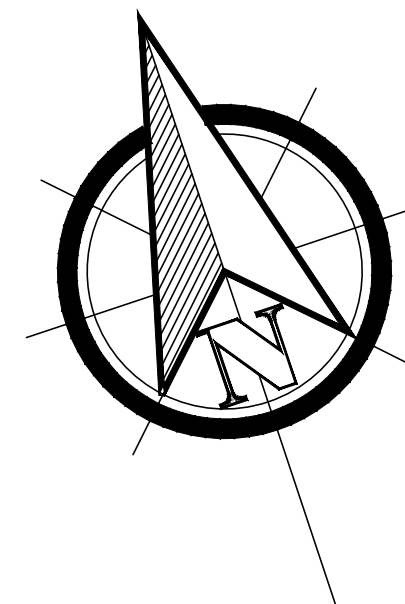
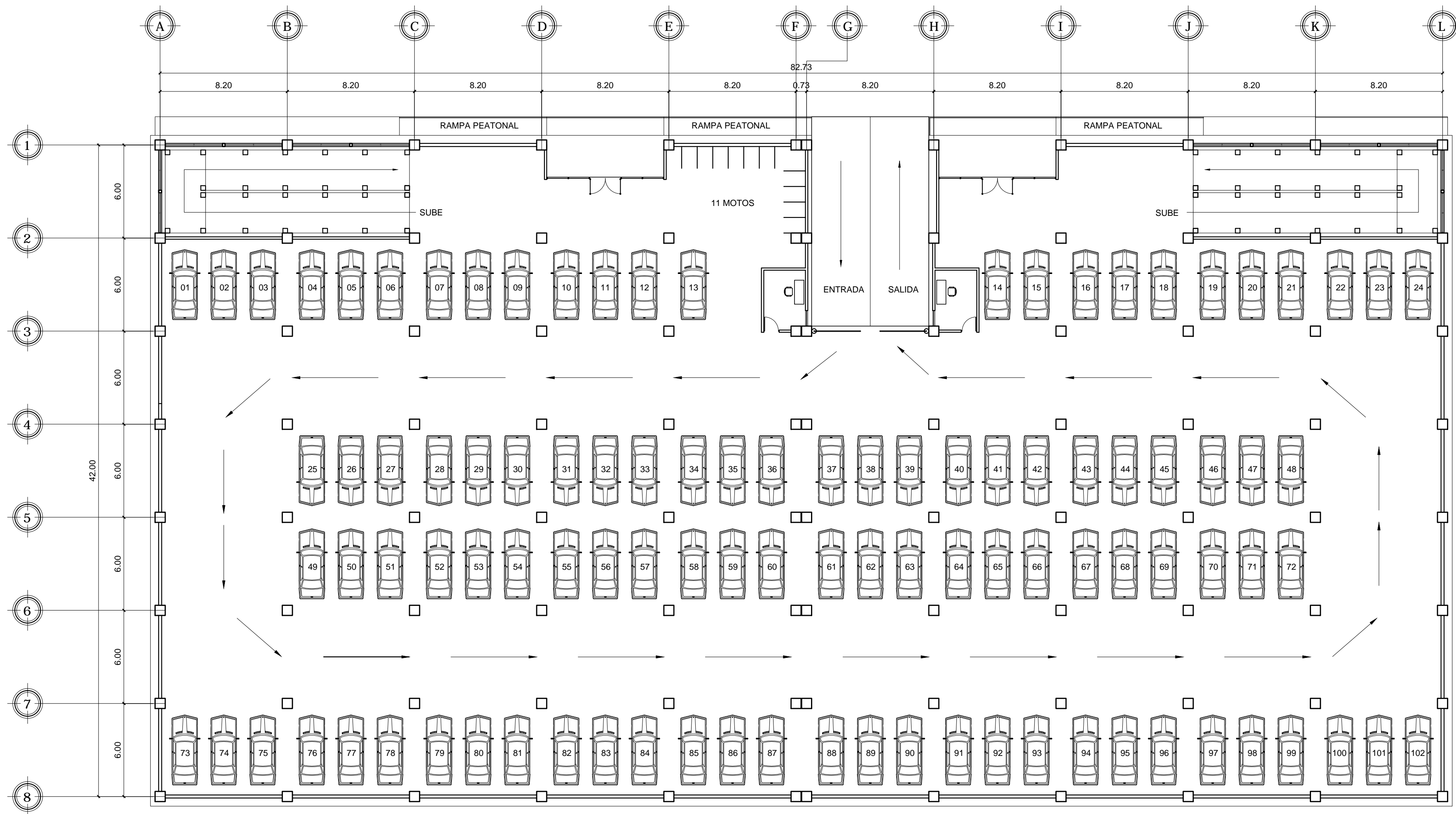
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
PLANTA ARQUITECTONICA DE TERMINAL DE BUSES

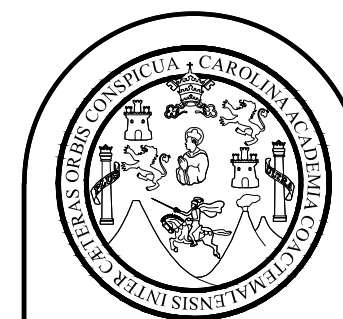
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 04
FECHA: MARZO DE 2014	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



PLANTA DE PRIMER NIVEL AREA DE PARQUEO VEHICULAR

ESCALA 1:200



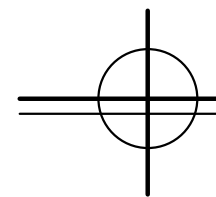
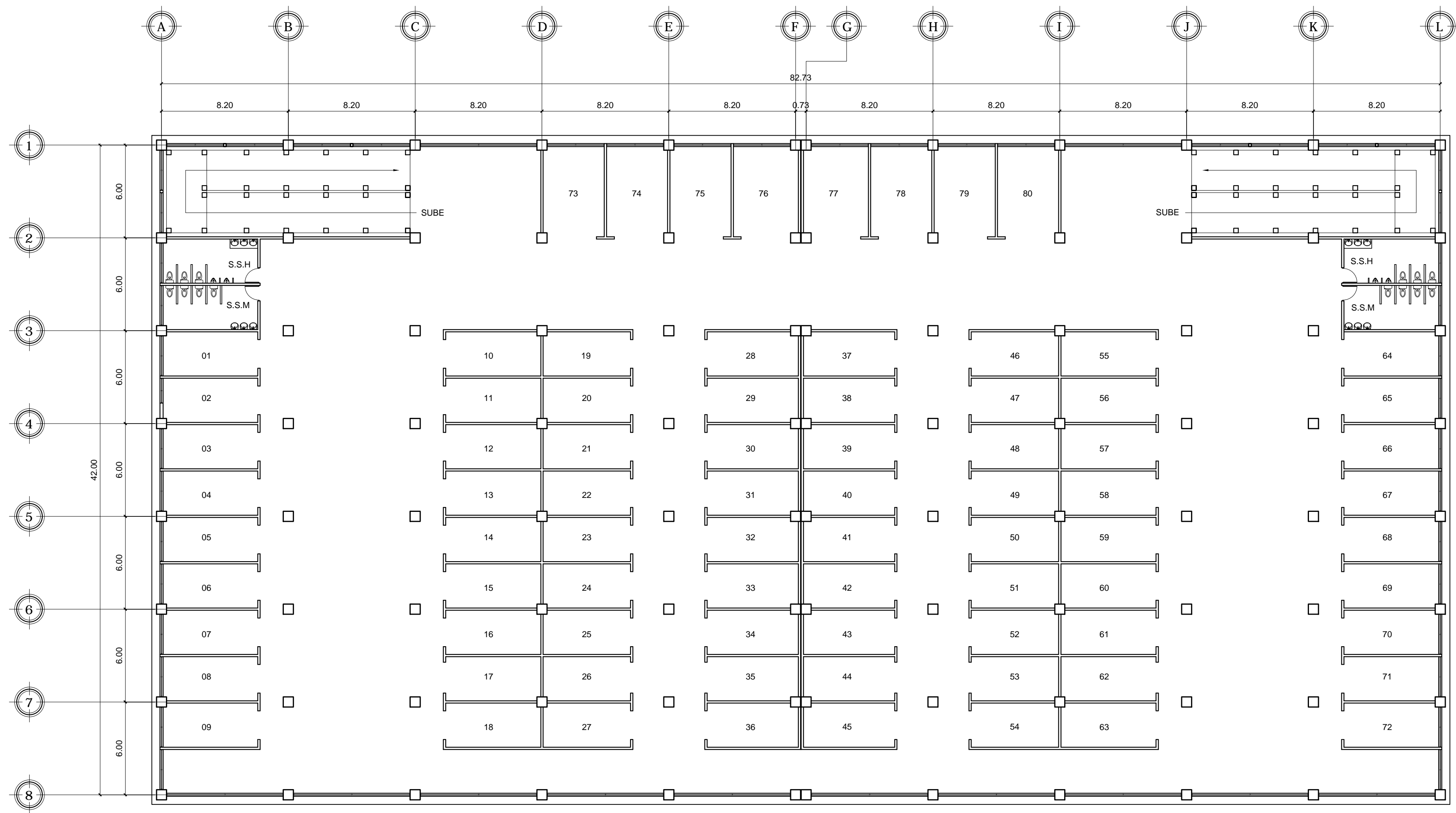
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
PLANTA ARQUITECTONICA DE PARQUEO VEHICULAR

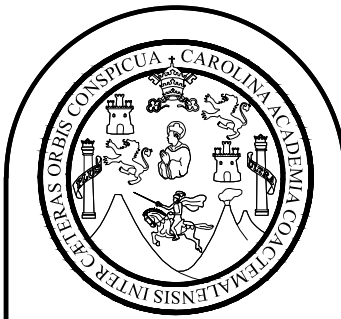
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 05
FECHA: MARZO DE 2014	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



PLANTA DE SEGUNDO NIVEL AREA DE LOCALES COMERCIALES

ESCALA 1:200



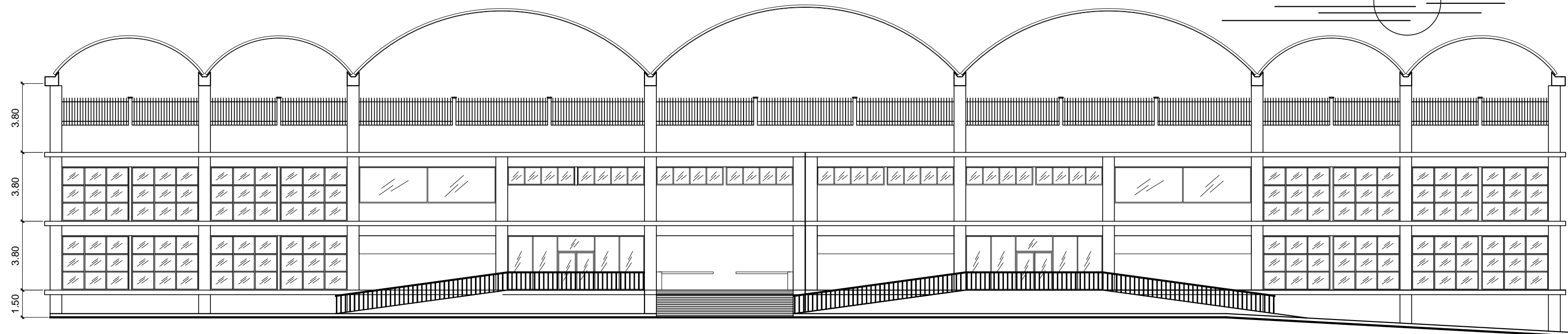
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
PLANTA ARQUITECTONICA DEL AREA DE LOCALES COMERCIALES

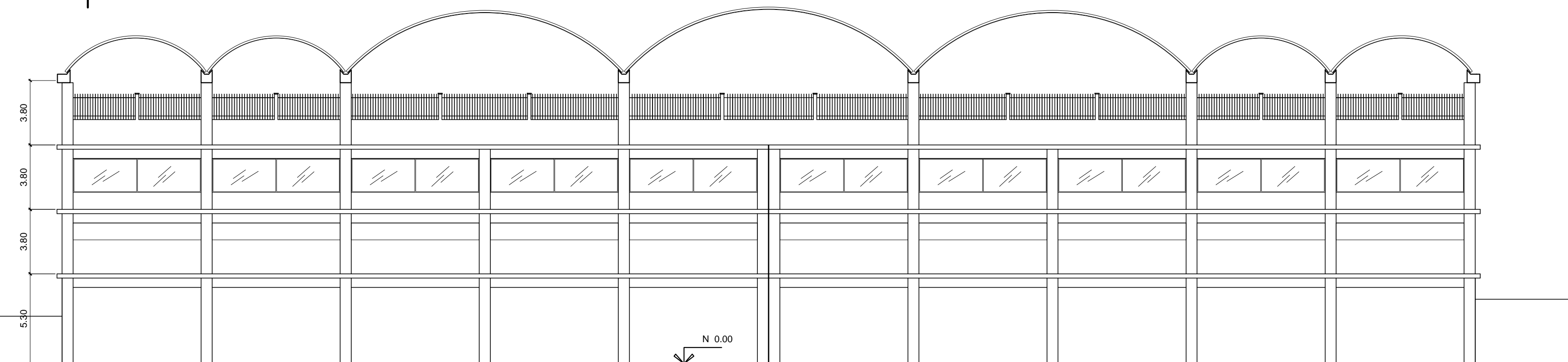
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 06
FECHA: MARZO DE 2014	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



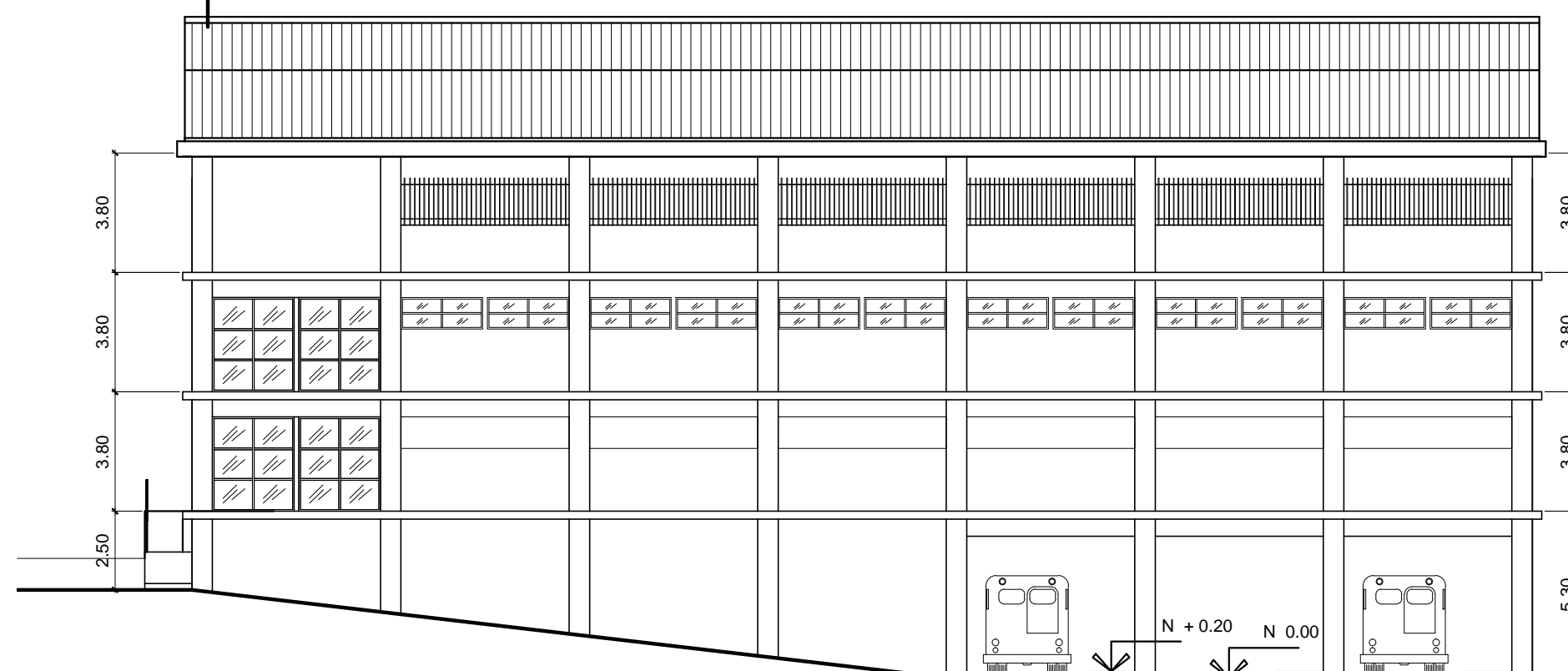
ELEVACION FRONTAL

ESCALA 1:200



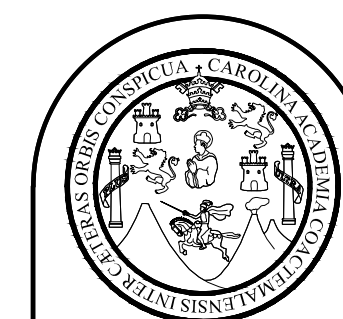
ELEVACION POSTERIOR

ESCALA 1:200



ELEVACION LATERAL DERECHA

ESCALA 1:200



FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN

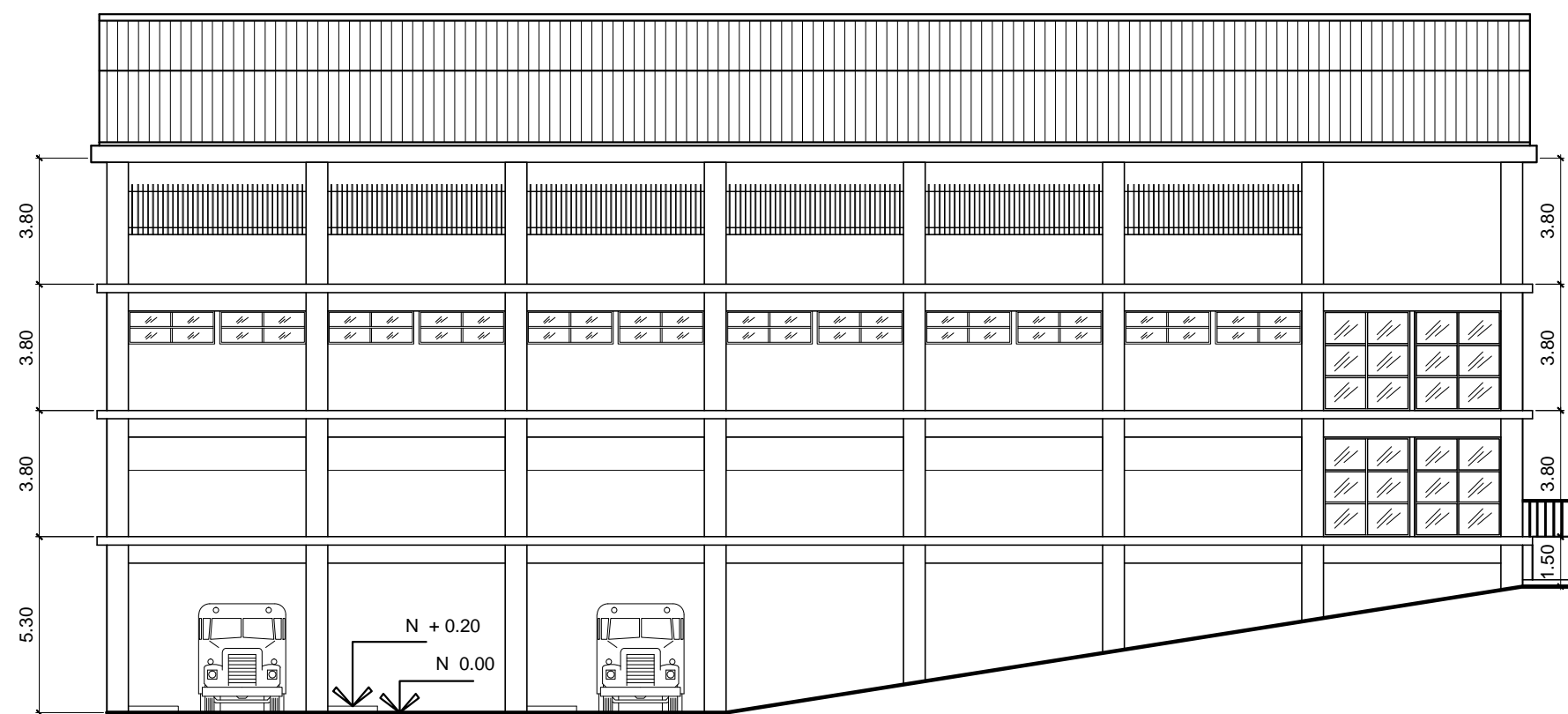
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO

PLANO DE:
ELEVACIONES

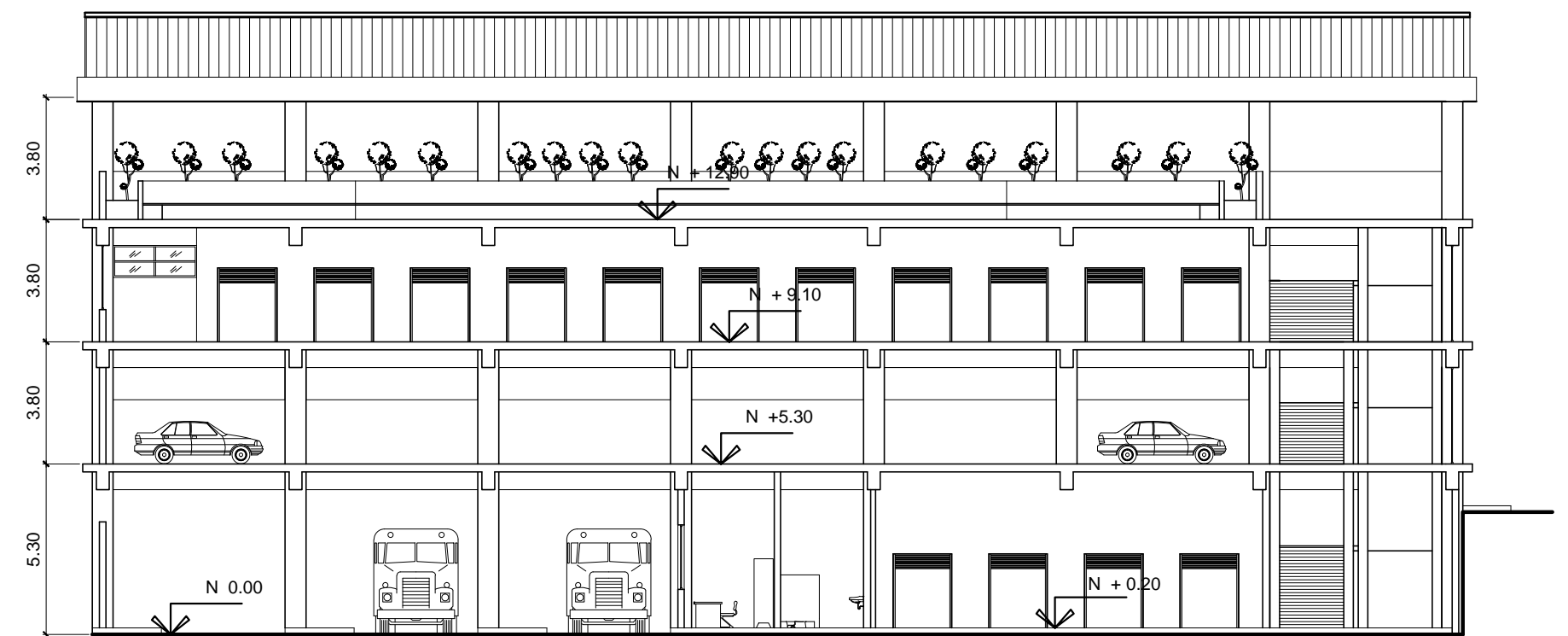
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 08
FECHA: MARZO DE 2014	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



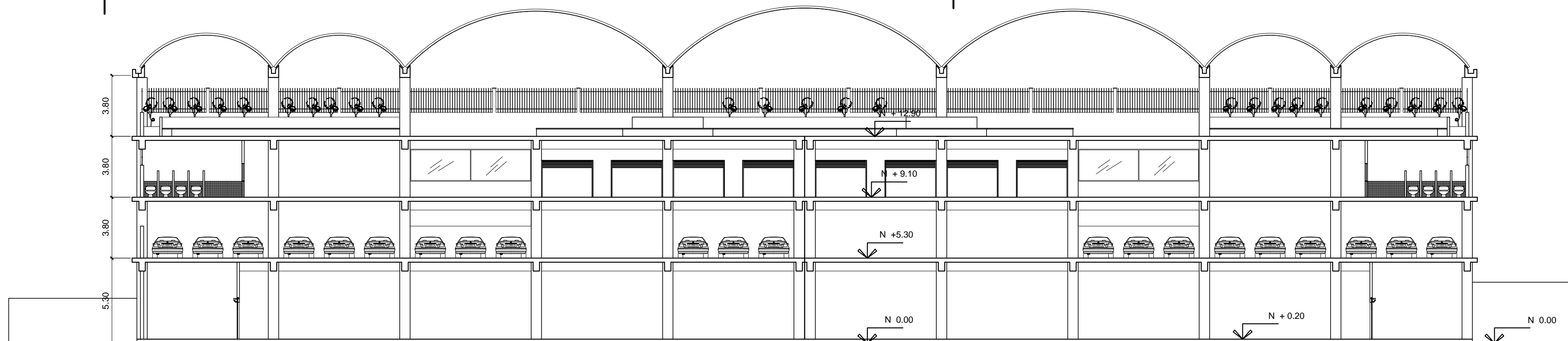
ELEVACION LATERAL IZQUIERDA

ESCALA 1:200



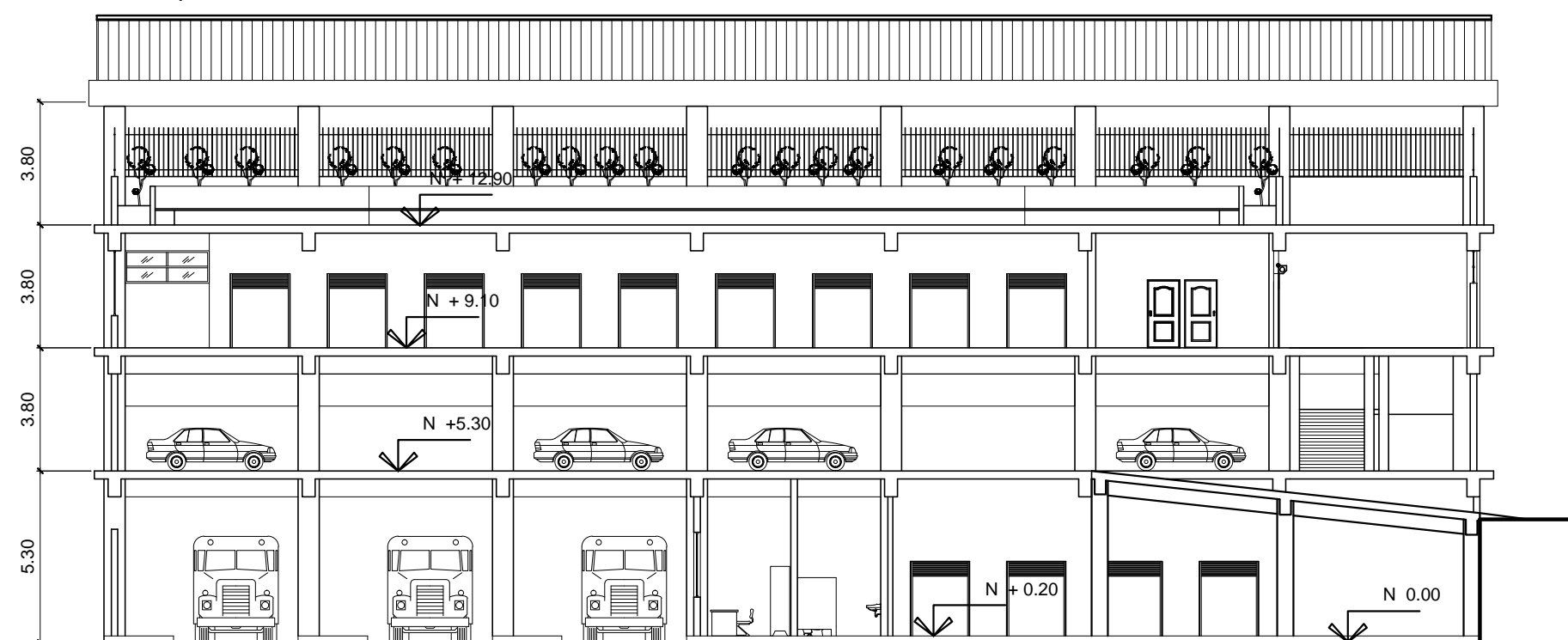
SECCION A-A

ESCALA 1:200



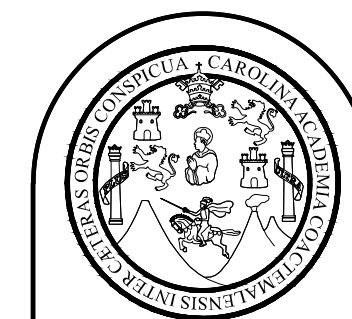
SECCION B-B

ESCALA 1:200



SECCION C-C

ESCALA 1:200



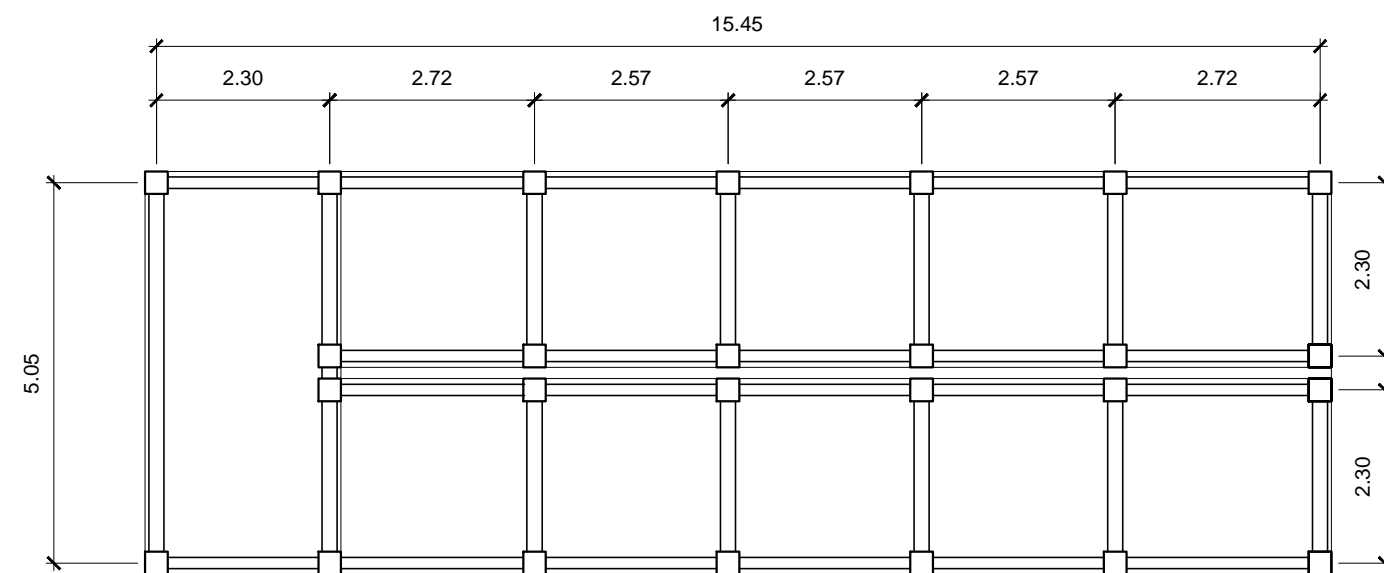
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
SECCIONES

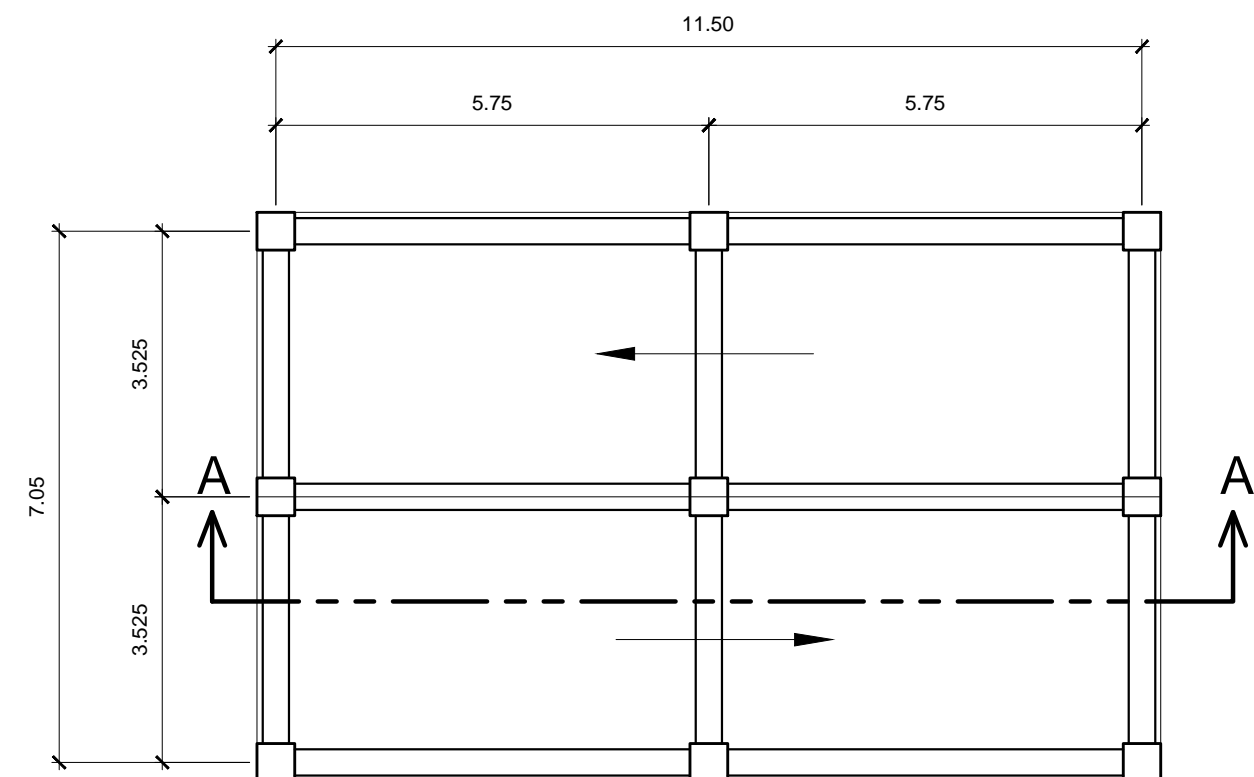
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 09
FECHA: MARZO DE 2014	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



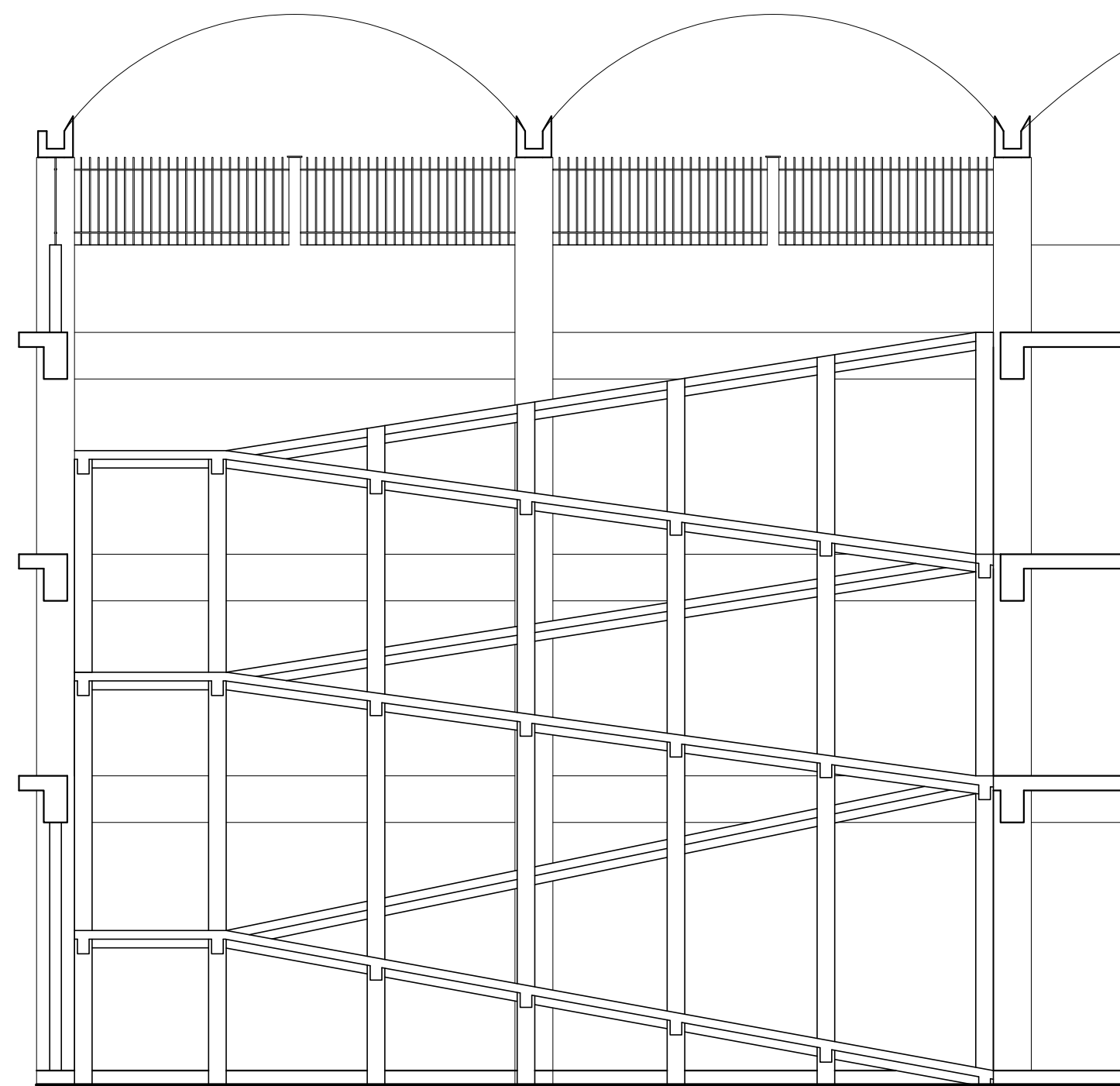
PLANTA DE RAMPA PEATONAL

ESCALA 1:100



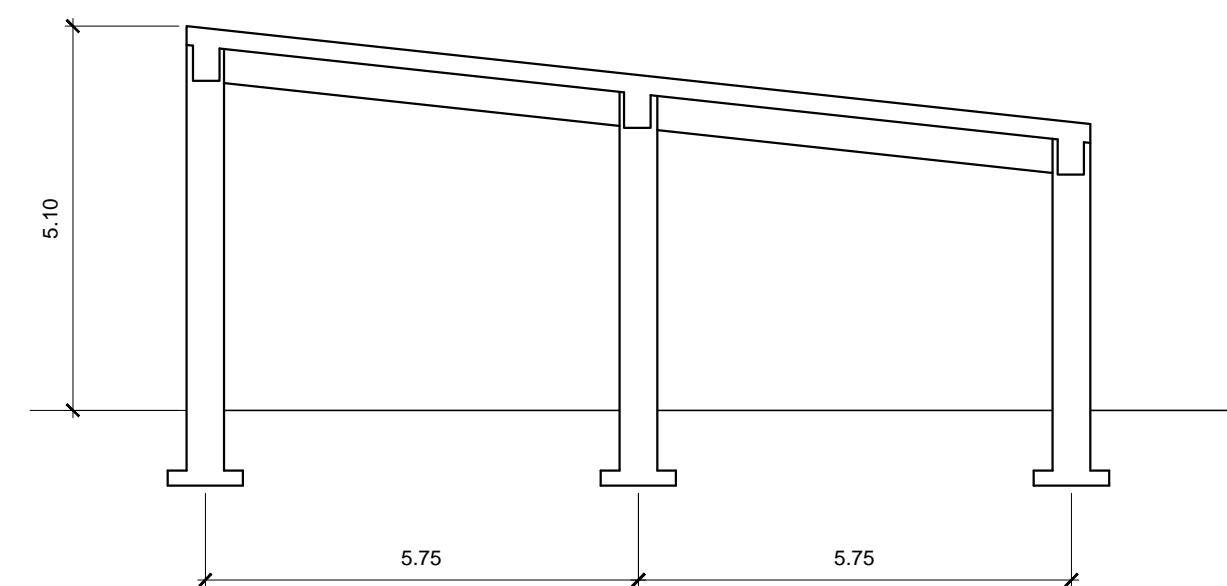
PLANTA DE RAMPA VEHICULAR

ESCALA 1:100



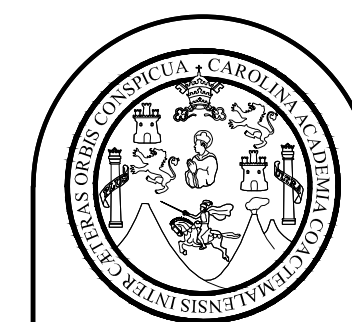
SECCION RAMPA PEATONAL

ESCALA 1:100



SECCION RAMPA VEHICULAR

ESCALA 1:100



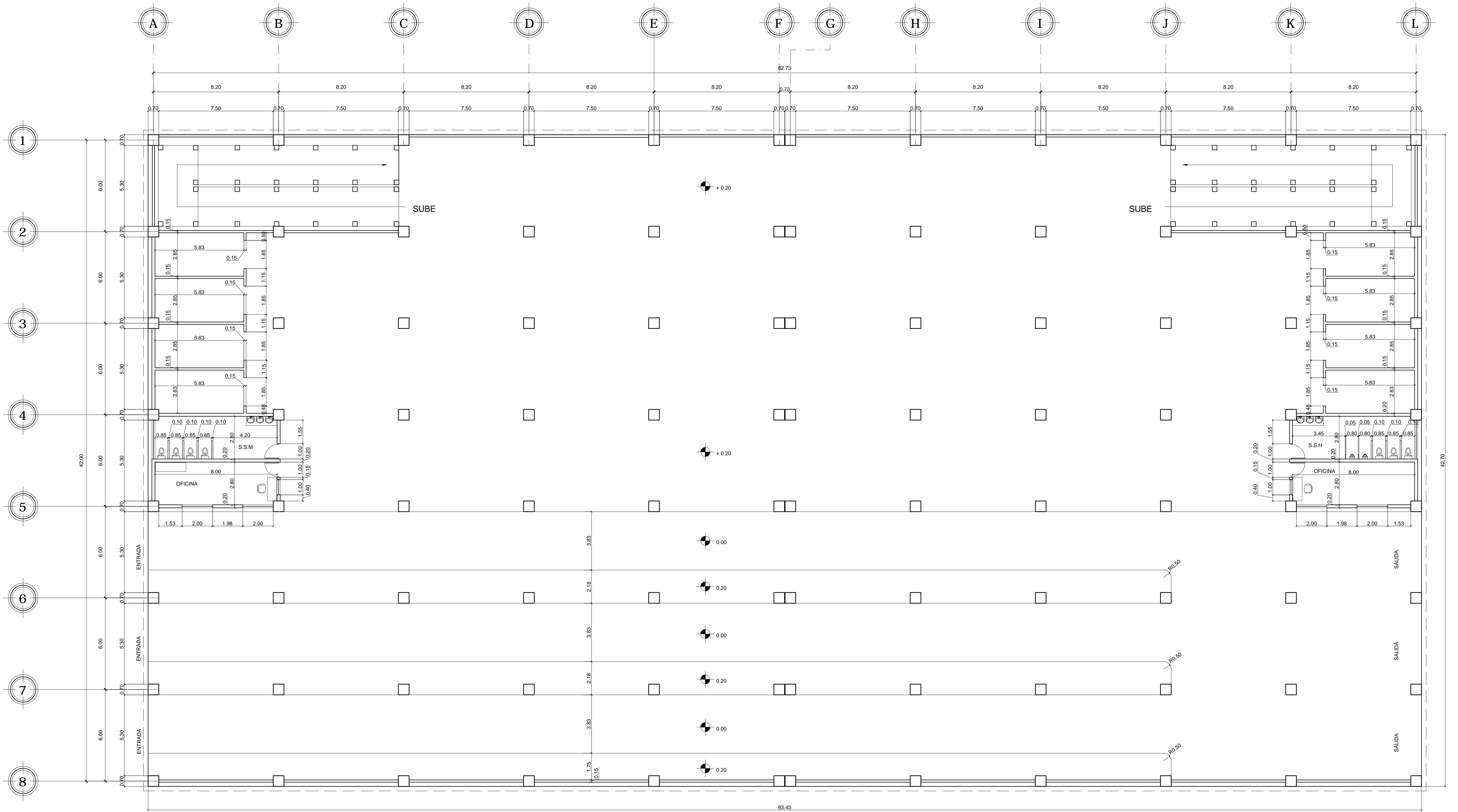
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPÁN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
RAMPA PEATONAL Y RAMPA VEHICULAR

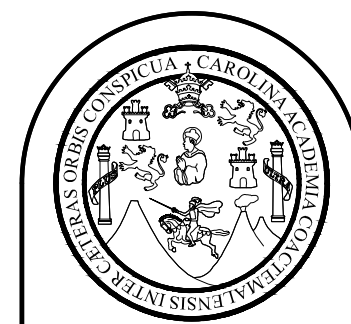
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 10
FECHA: MARZO DE 2014	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



PLANTA DE SOTANO AREA DE TERMINAL DE BUSES

ESCALA 1:125



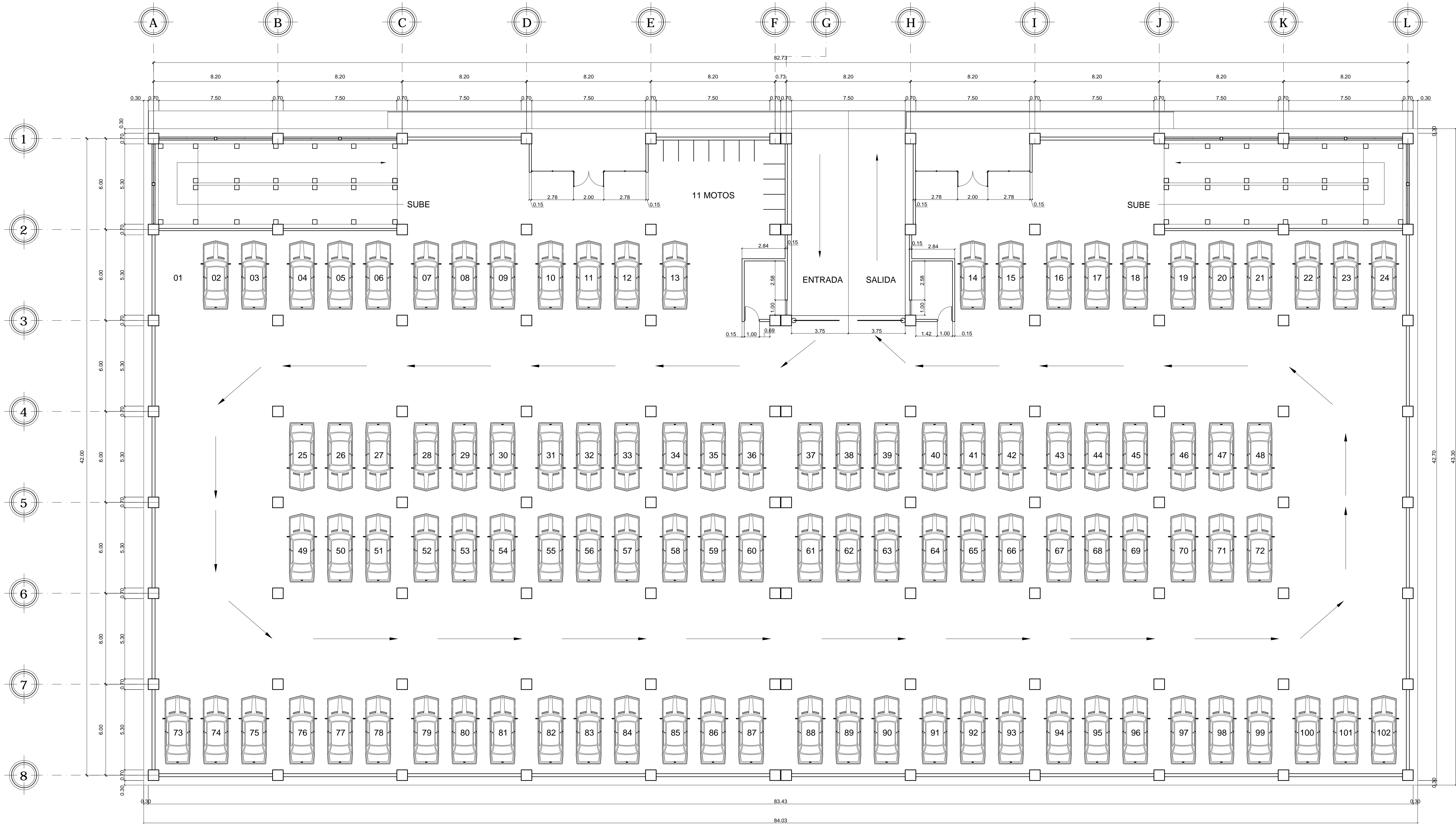
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO

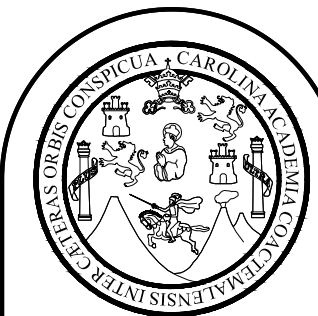
PLANO DE:
PLANTA ACOTADA DE TERMINAL DE BUSES

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 11
FECHA: JUNIO DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86



PLANTA DE PRIMER NIVEL AREA DE PARQUEO VEHICULAR

ESCALA 1:125

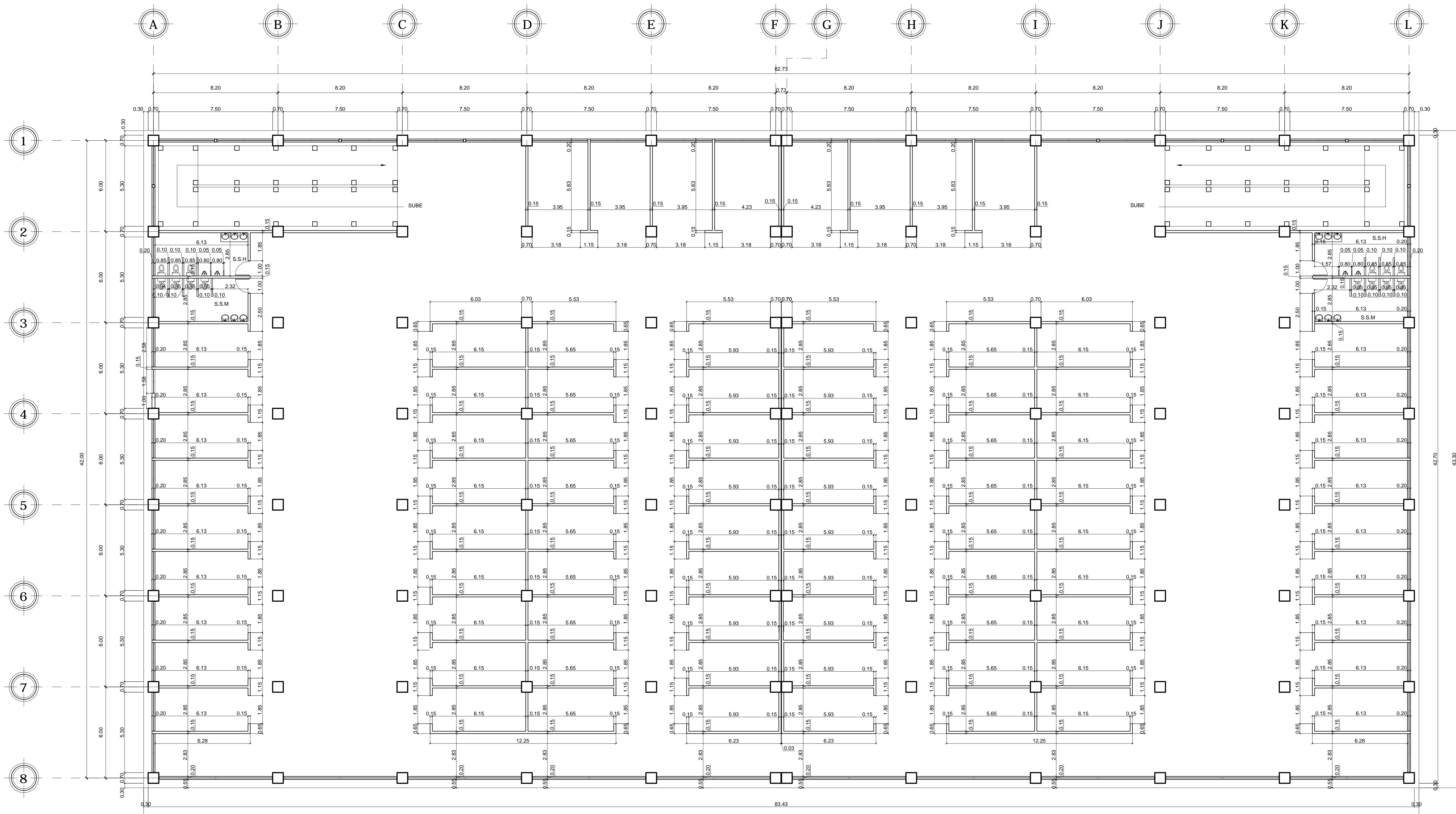


FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

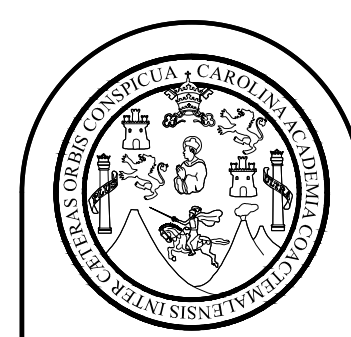
PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
PLANTA ACOTADA DE PARQUEO VEHICULAR

ESCALA:	DISEÑO:	HOJA
INDICADA	ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	12
FECHA:	DIBUJO:	86
JUNIO DE 2015	ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	



PLANTA DE SEGUNDO NIVEL AREA DE LOCALES COMERCIALES

ESCALA 1:125



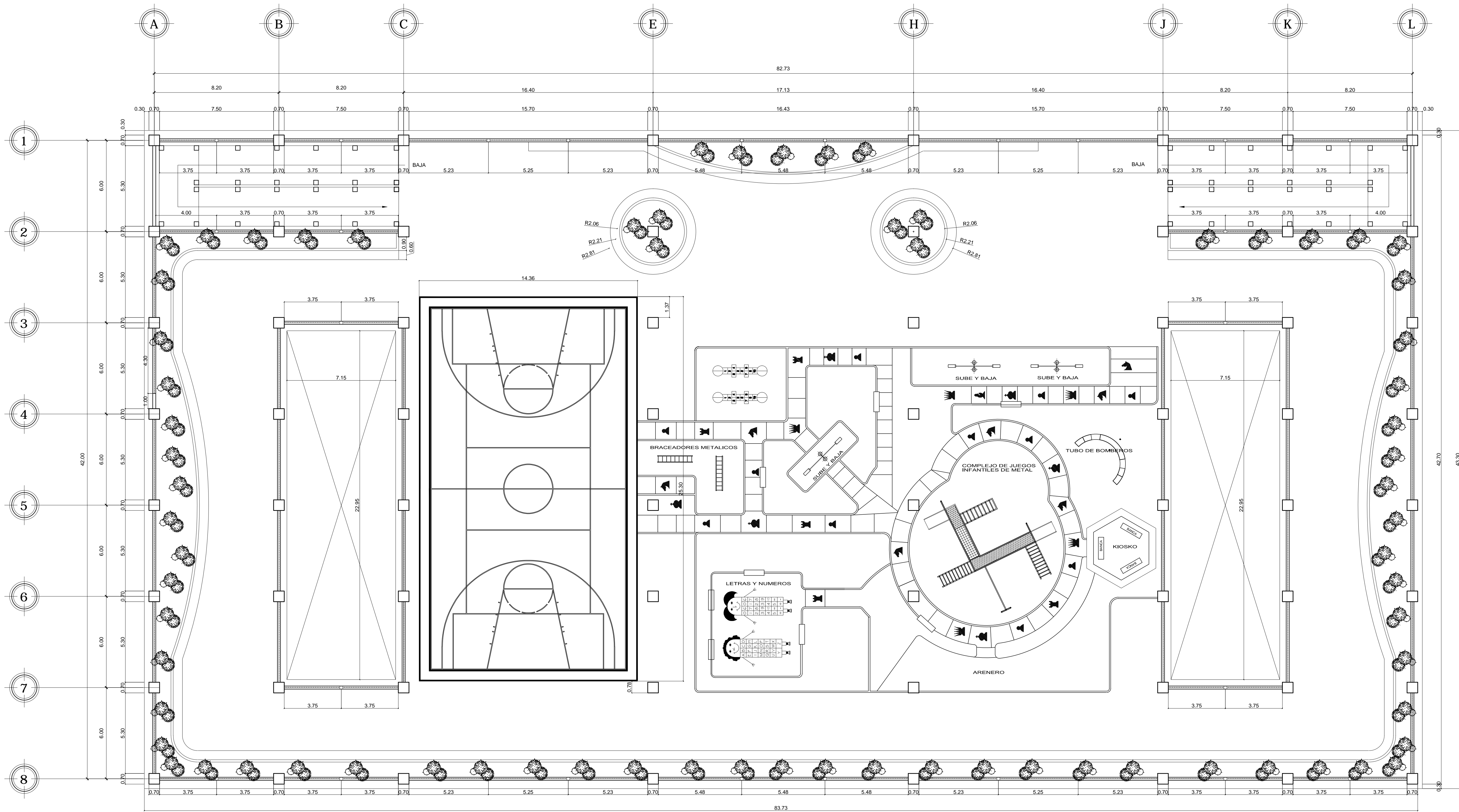
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO

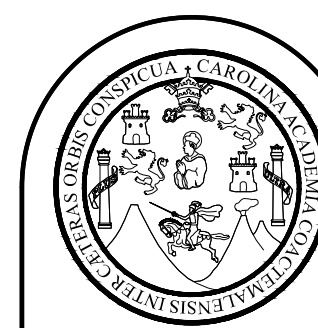
PLANO DE:
PLANTA ACOTADA DEL AREA DE LOCALES COMERCIALES

ESCALA:	INDICADA	DISEÑO:	ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA
FECHA:	JUNIO DE 2015	DIBUJO:	ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	13



PLANTA DE SEGUNDO NIVEL AREA DE LOCALES COMERCIALES

ESCALA 1:125



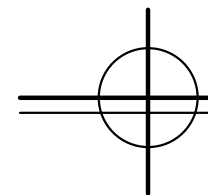
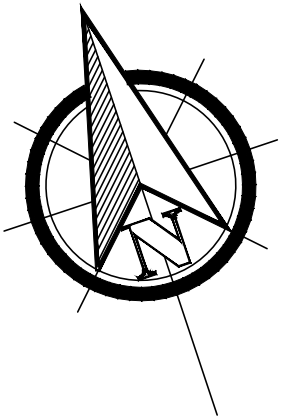
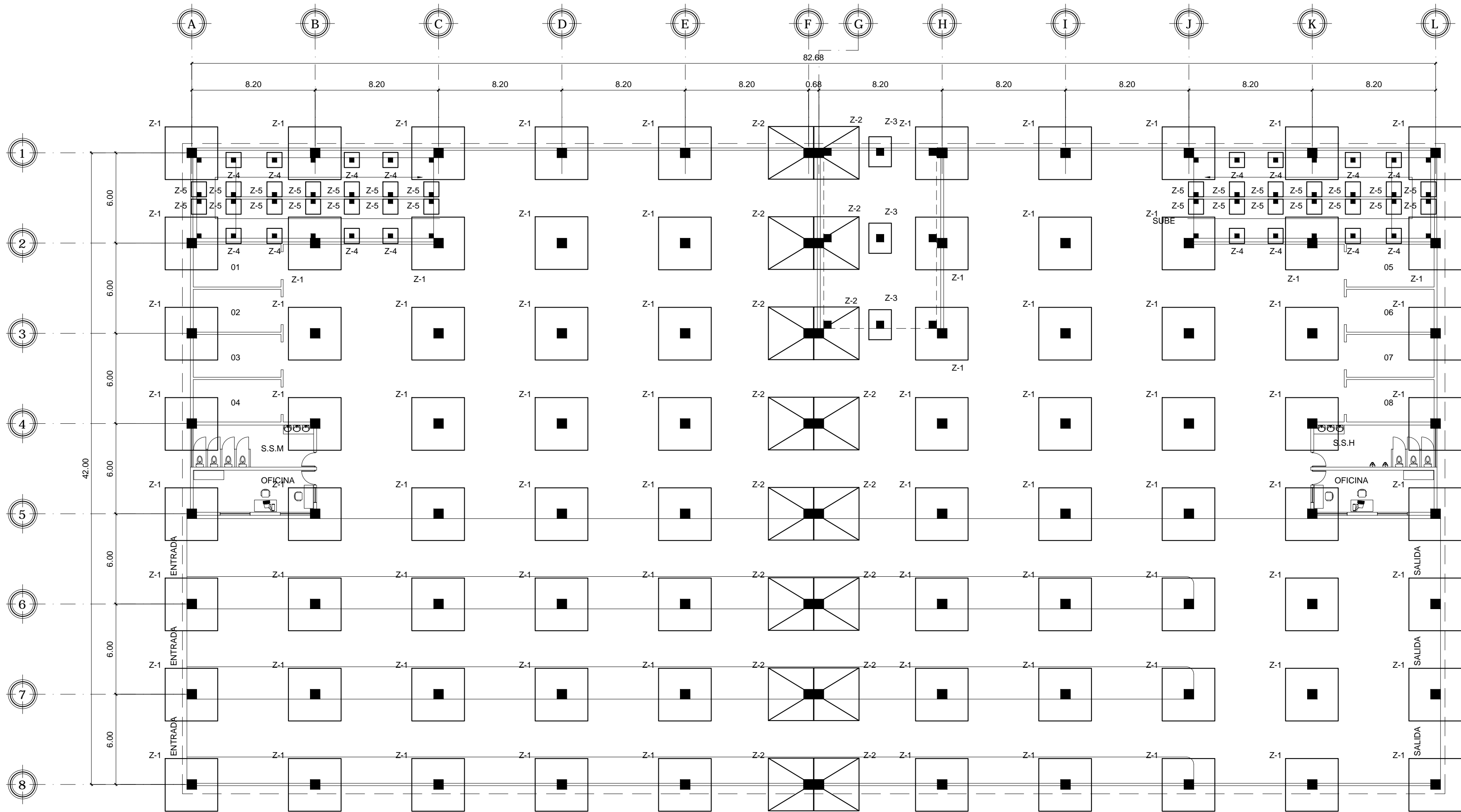
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
PLANTA ACOTADA DEL AREA DE PARQUE DE RECREACION

ESCALA:	INDICADA	DISEÑO:	ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA:	14
FECHA:	JUNIO DE 2015	DIBUJO:	ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA		86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO

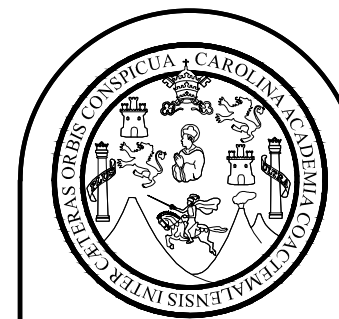


PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE ZAPATAS

ESCALA 1:200

NOMENCLATURA

Z-1	ZAPATA TIPO 1
Z-2	ZAPATA TIPO 2
Z-3	ZAPATA TIPO 3
Z-4	ZAPATA TIPO 4
Z-5	ZAPATA TIPO 5



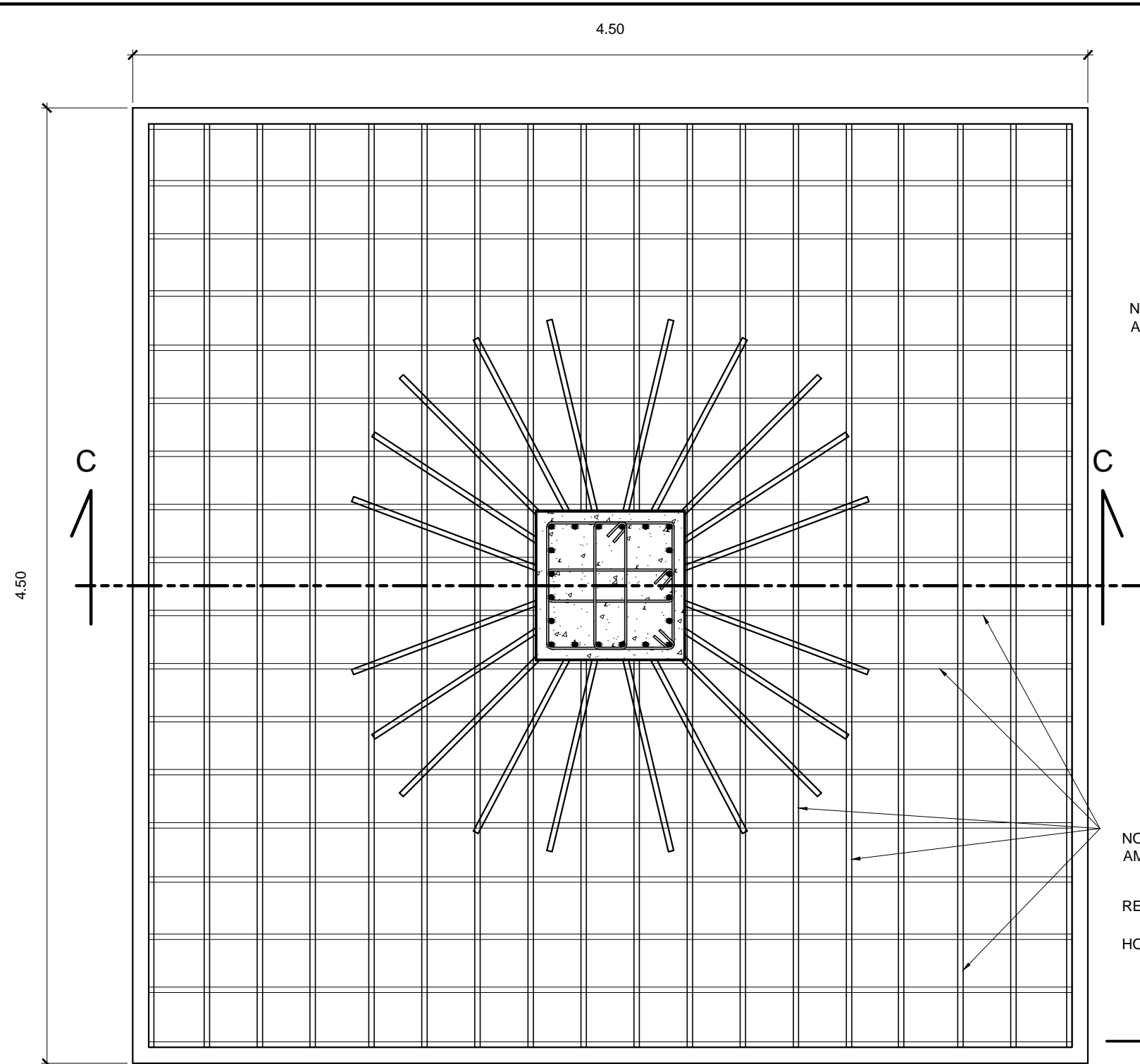
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPÁN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
PLANTA DE DISTRIBUCION DE ZAPATAS

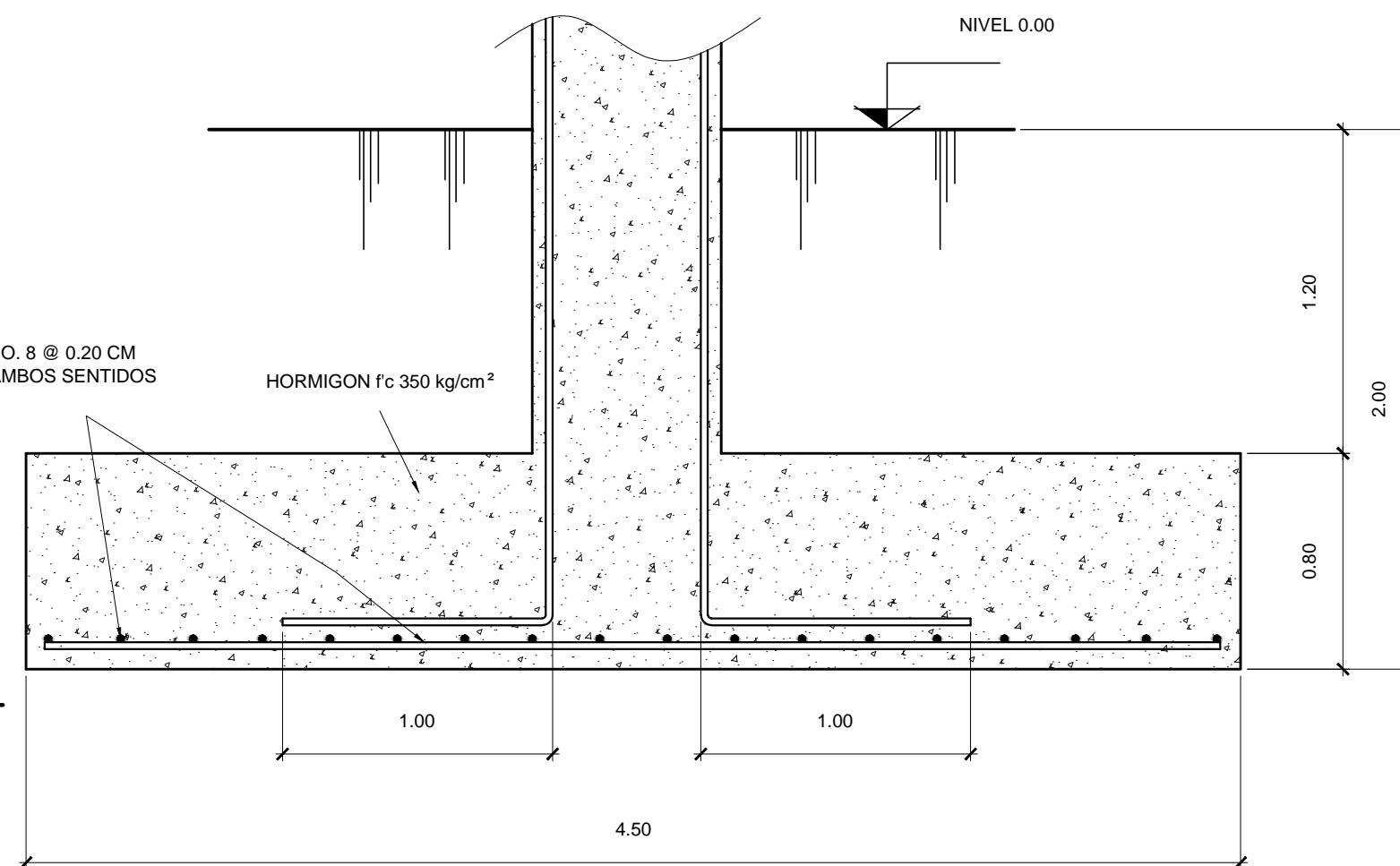
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 15
FECHA: NOVIEMBRE DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



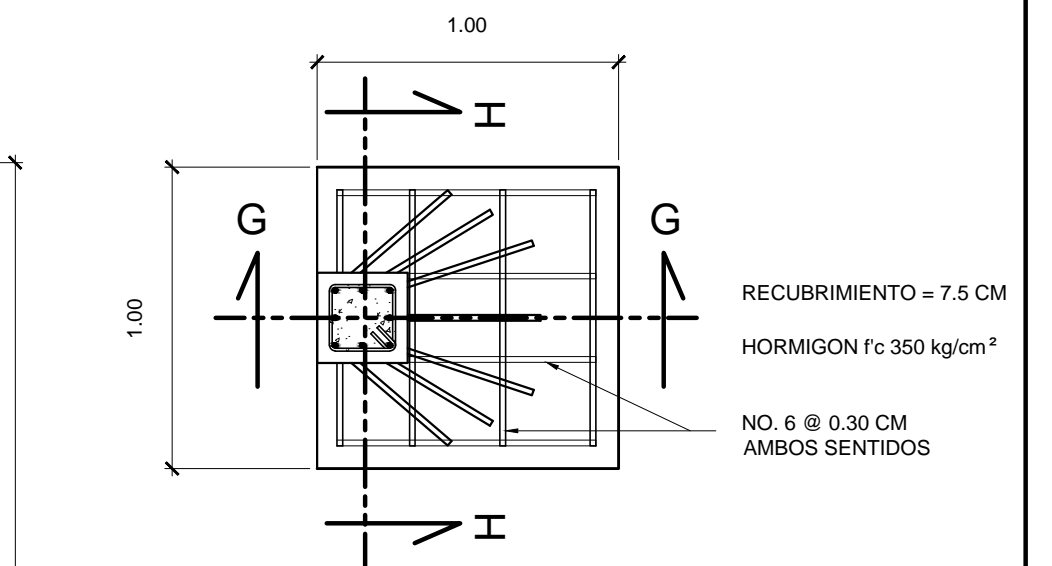
PLANTA DE ZAPATA Z-1

ESCALA 1:25



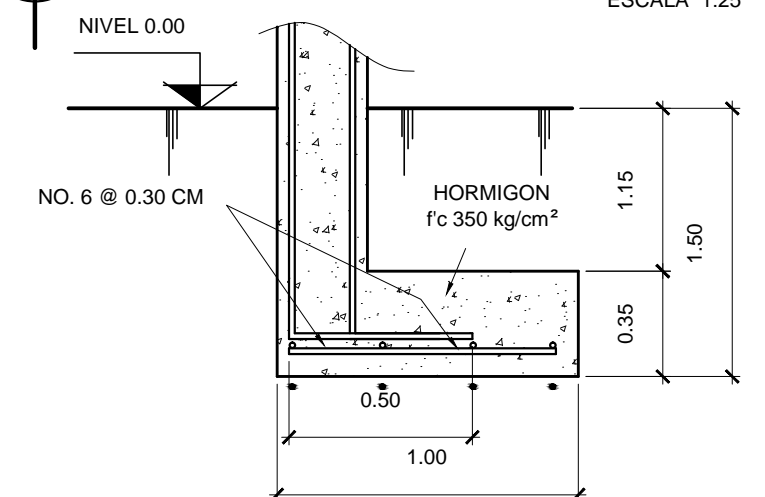
SECCION C-C

ESCALA 1:25



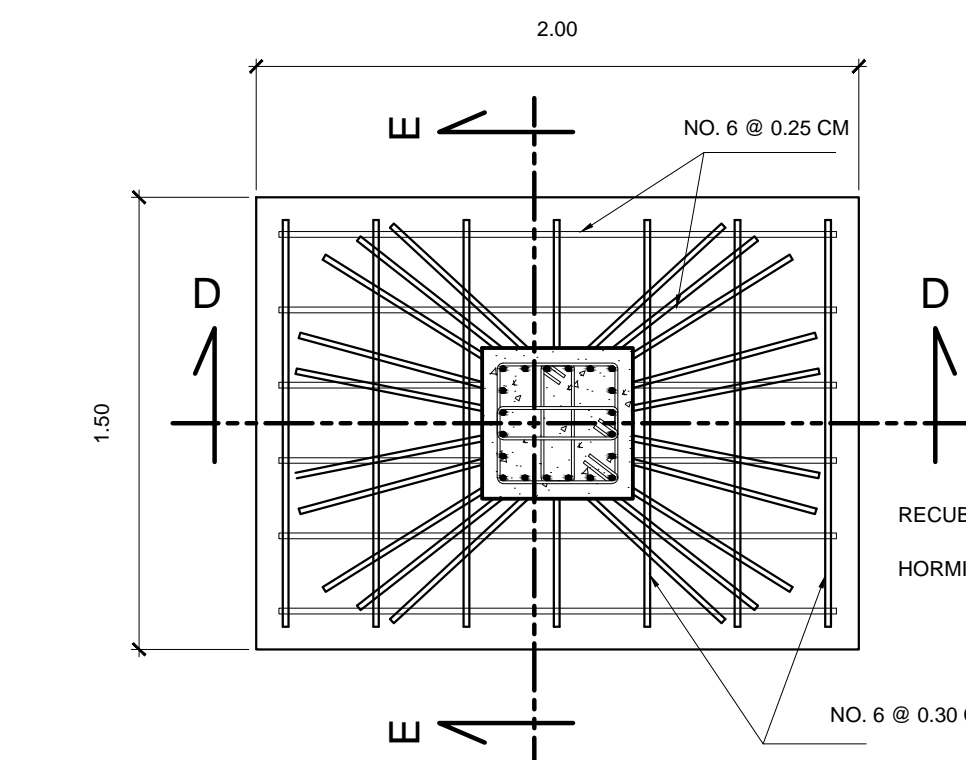
PLANTA DE ZAPATA Z-5

ESCALA 1:25



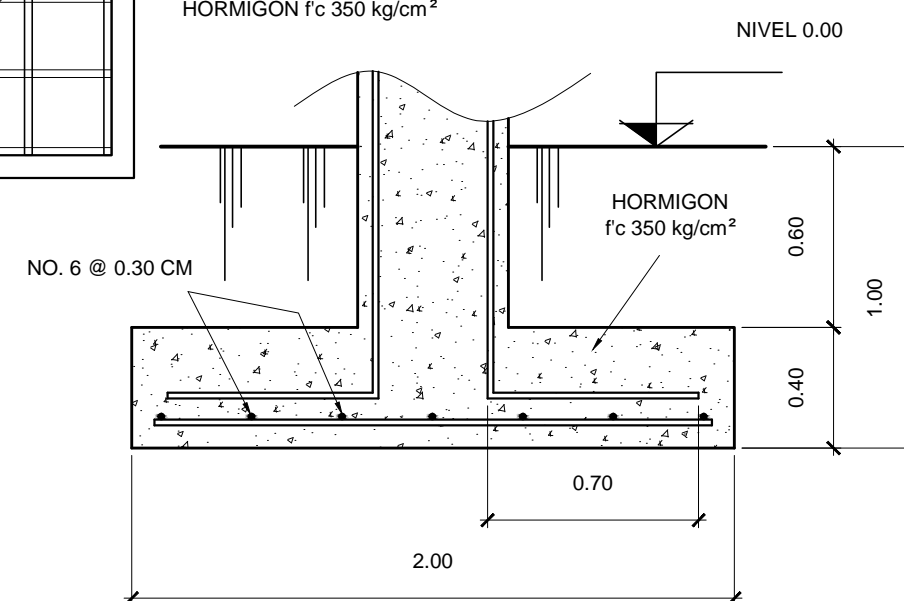
SECCION G-G

ESCALA 1:25



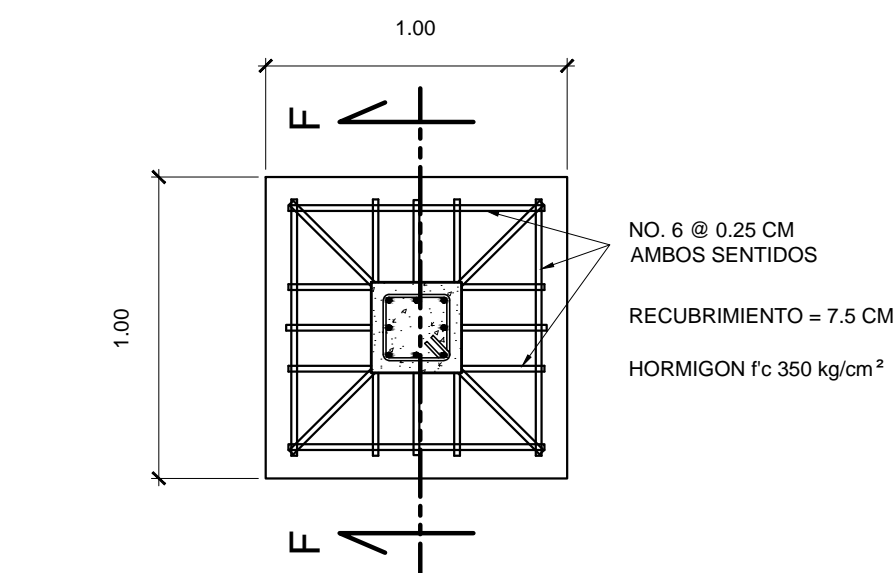
PLANTA DE ZAPATA Z-3

ESCALA 1:25



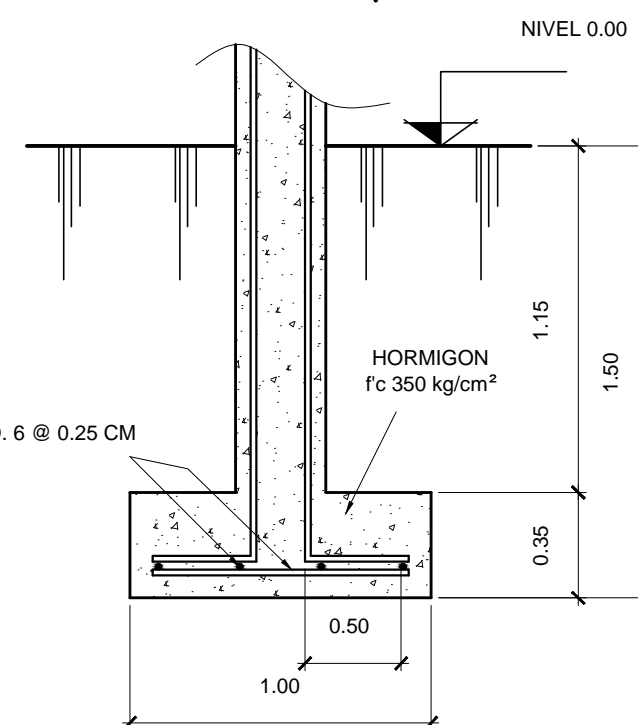
SECCION D-D

ESCALA 1:25



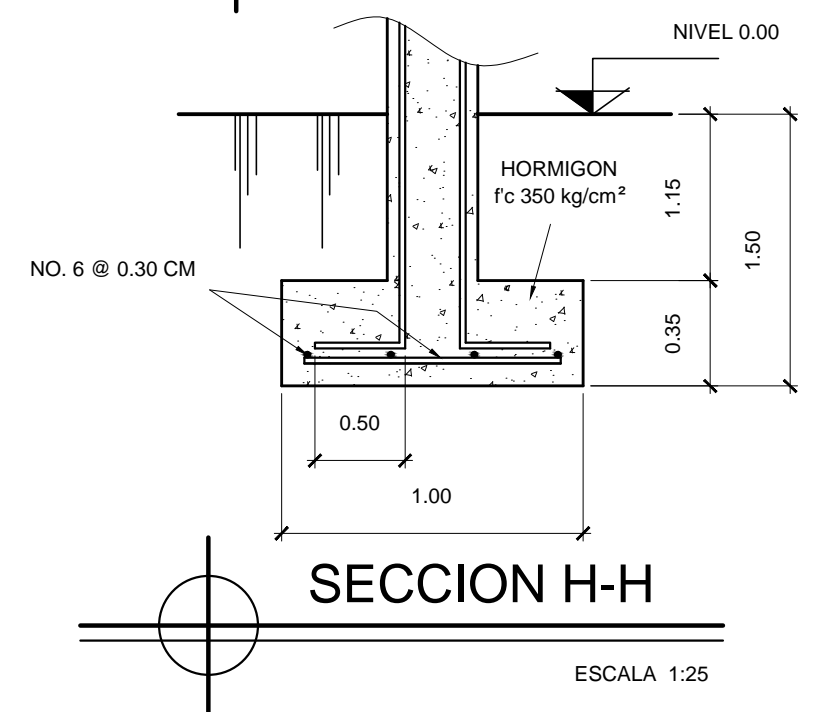
PLANTA DE ZAPATA Z-4

ESCALA 1:25



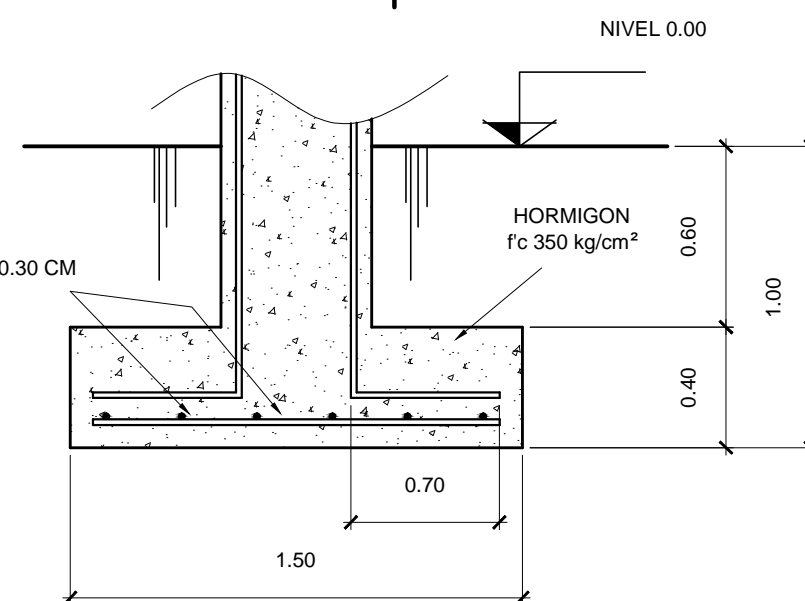
SECCION F-F

ESCALA 1:25



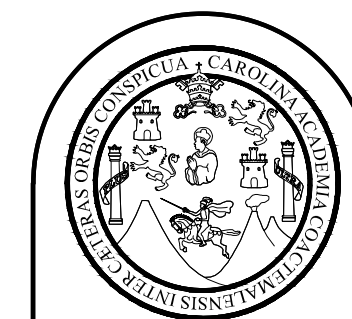
SECCION H-H

ESCALA 1:25



SECCION E-E

ESCALA 1:25



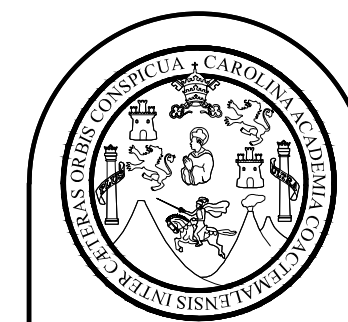
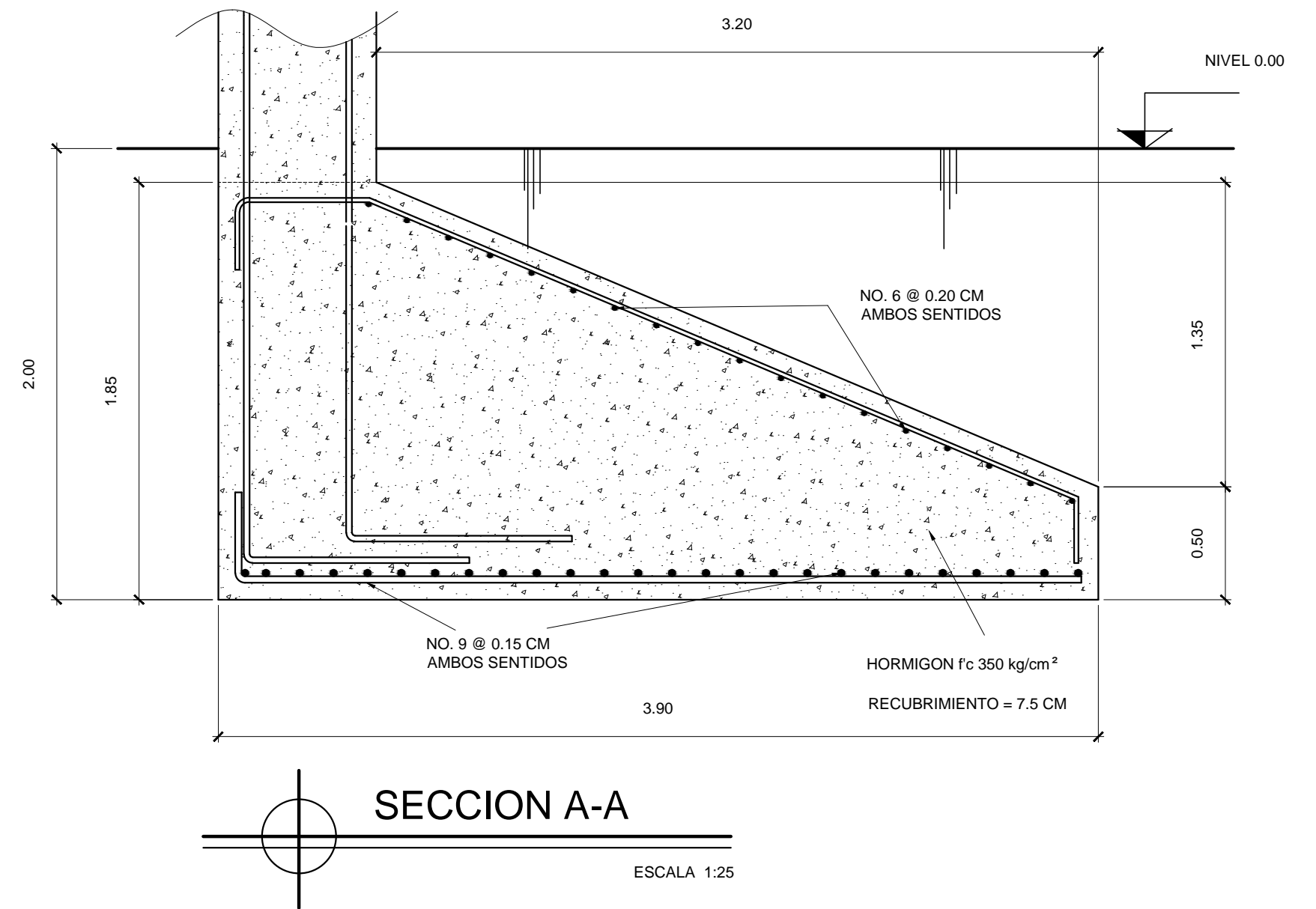
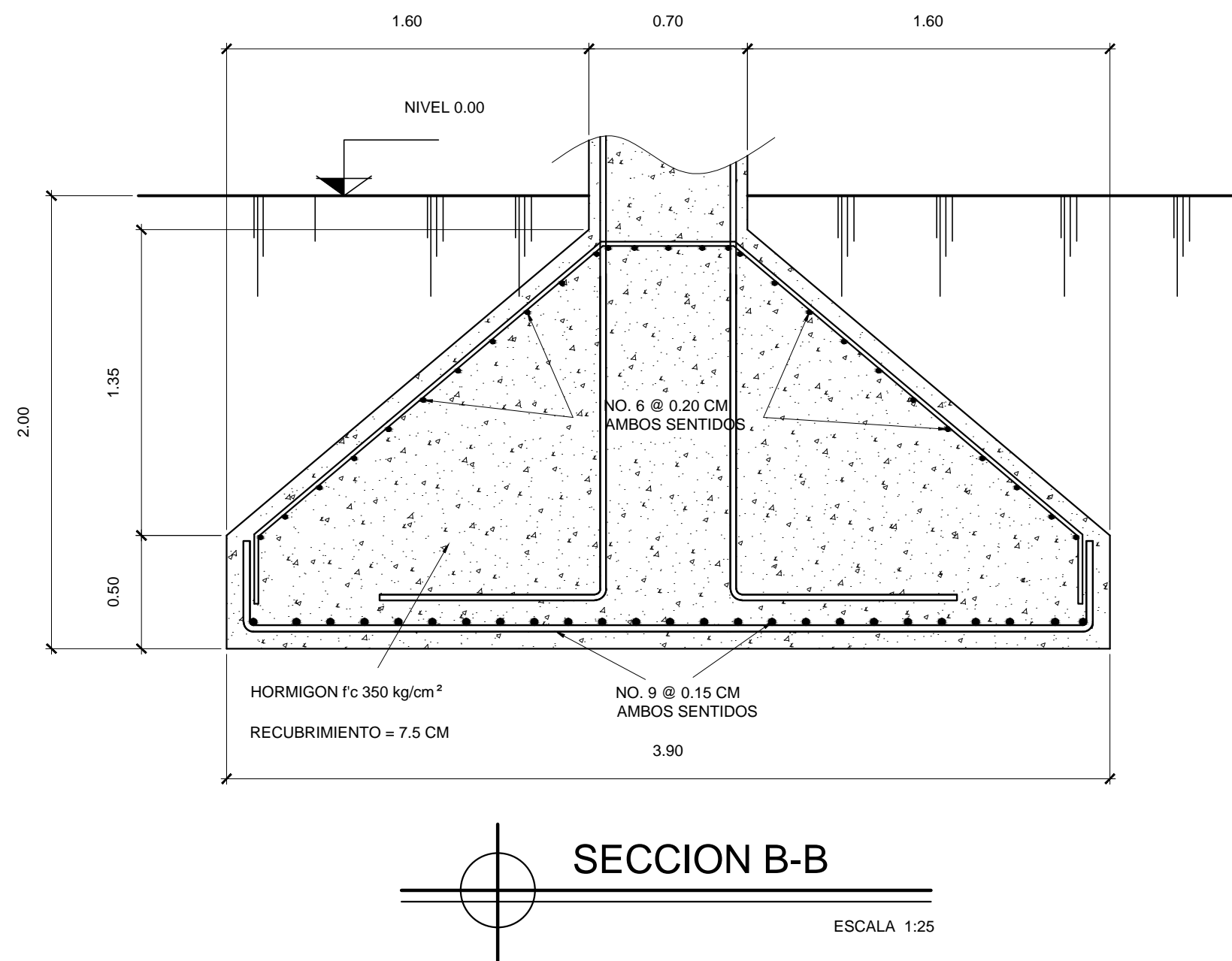
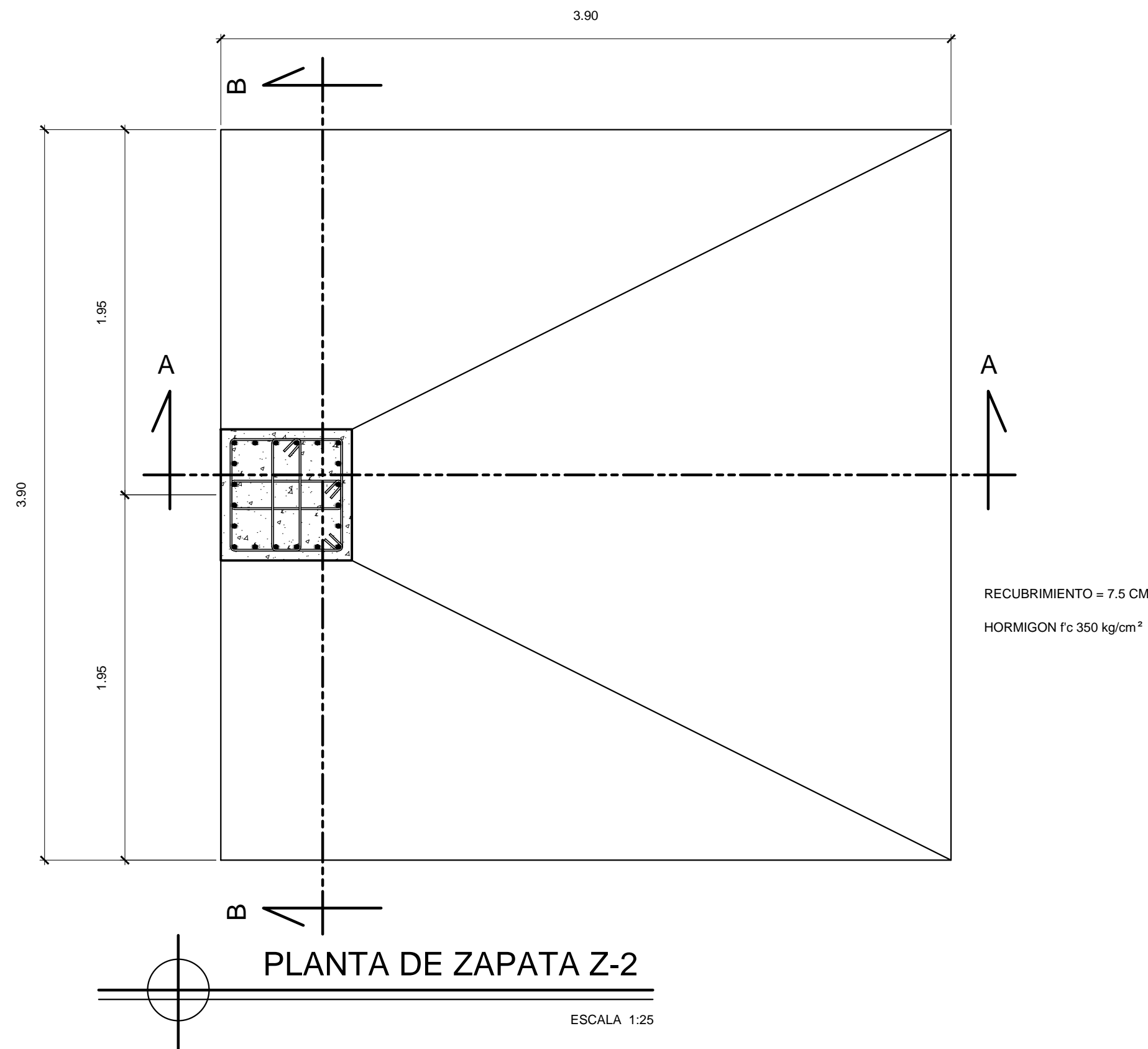
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
ZAPATAS

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 16 86
FECHA: NOVIEMBRE DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



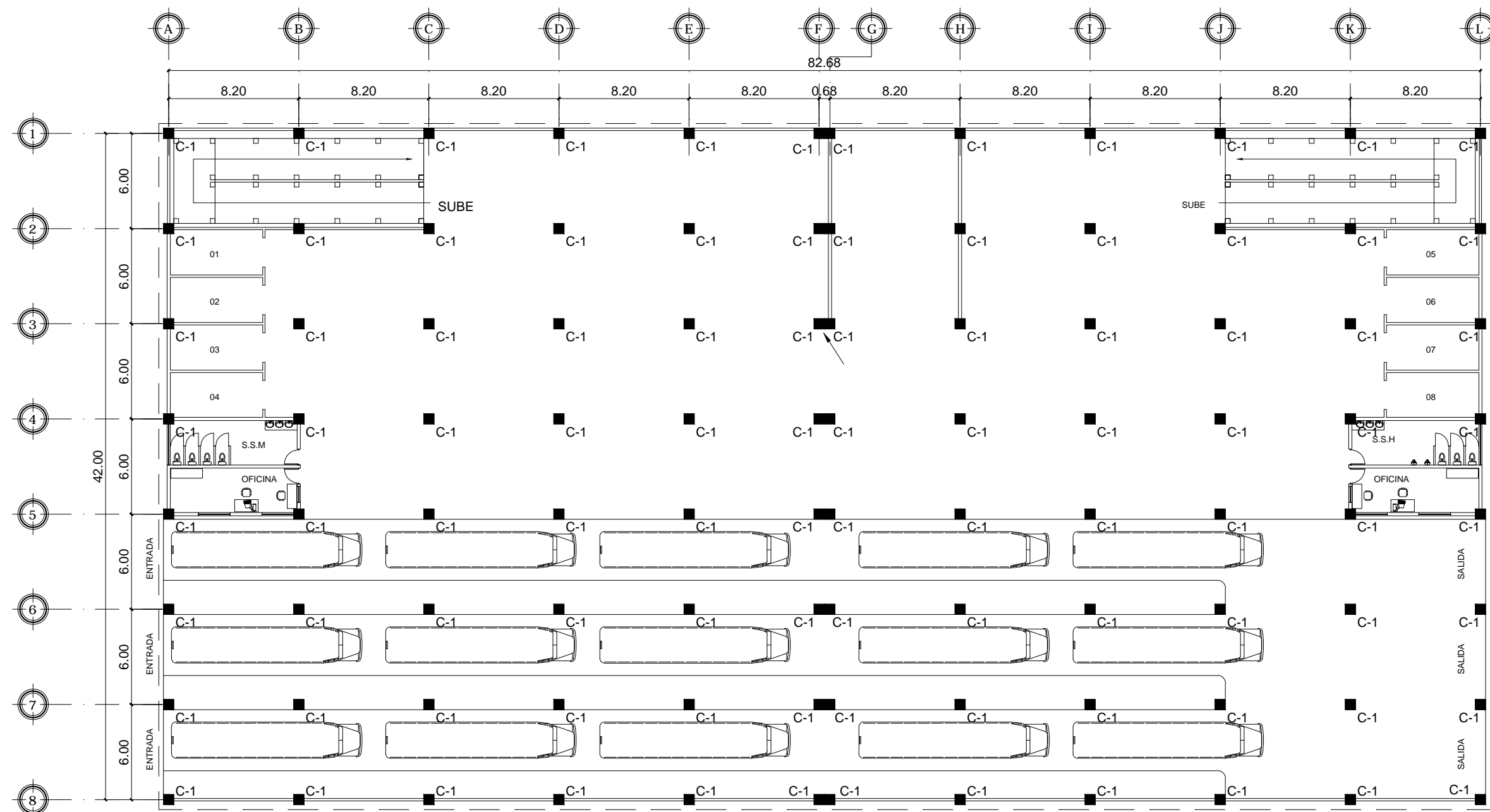
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
ZAPATA TIPO 2

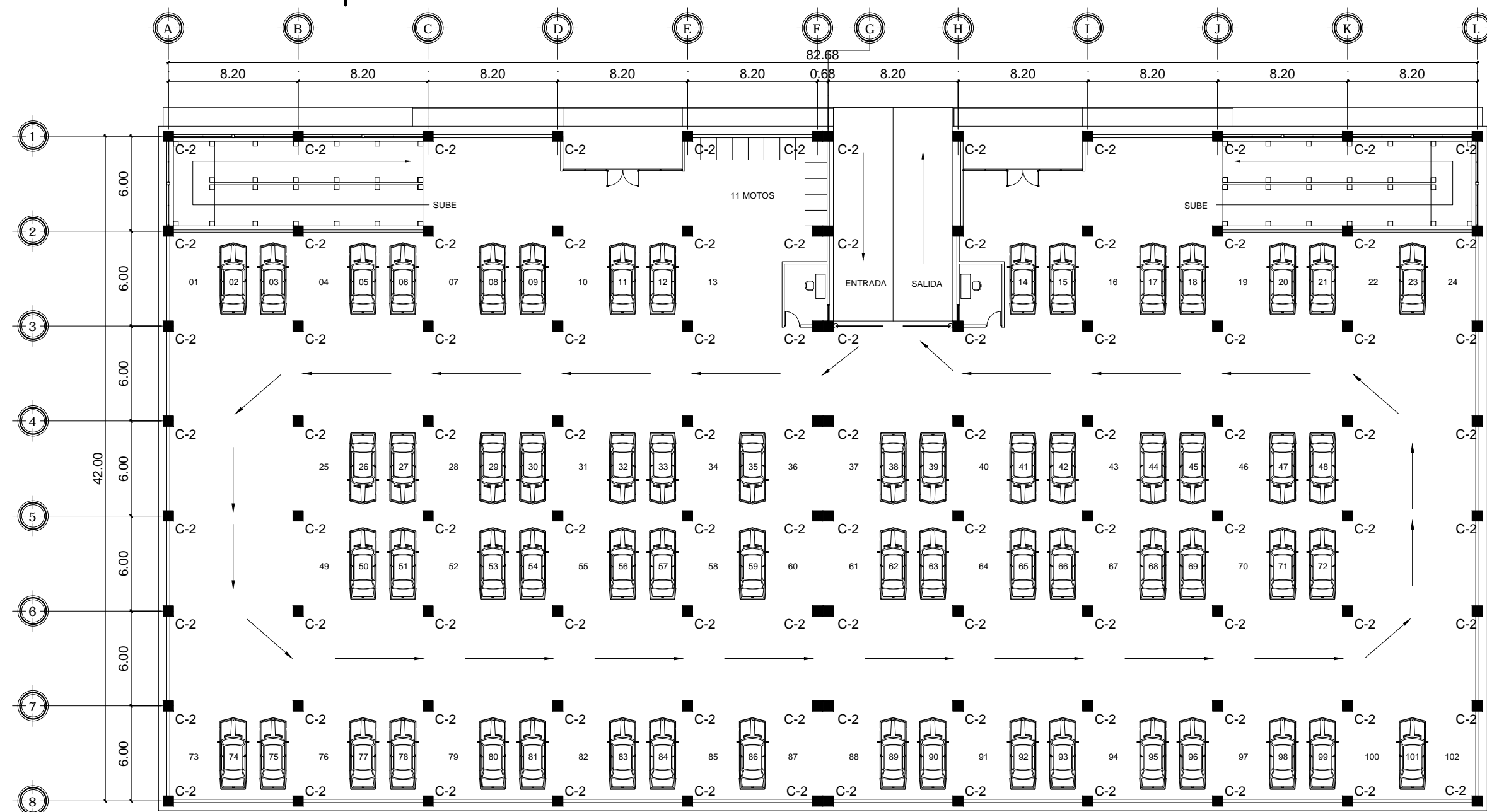
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 17
FECHA: NOVIEMBRE DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



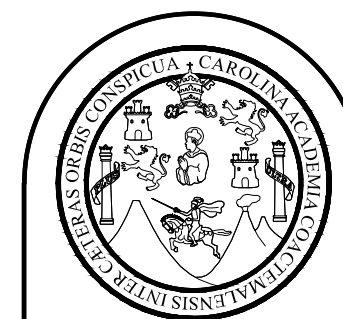
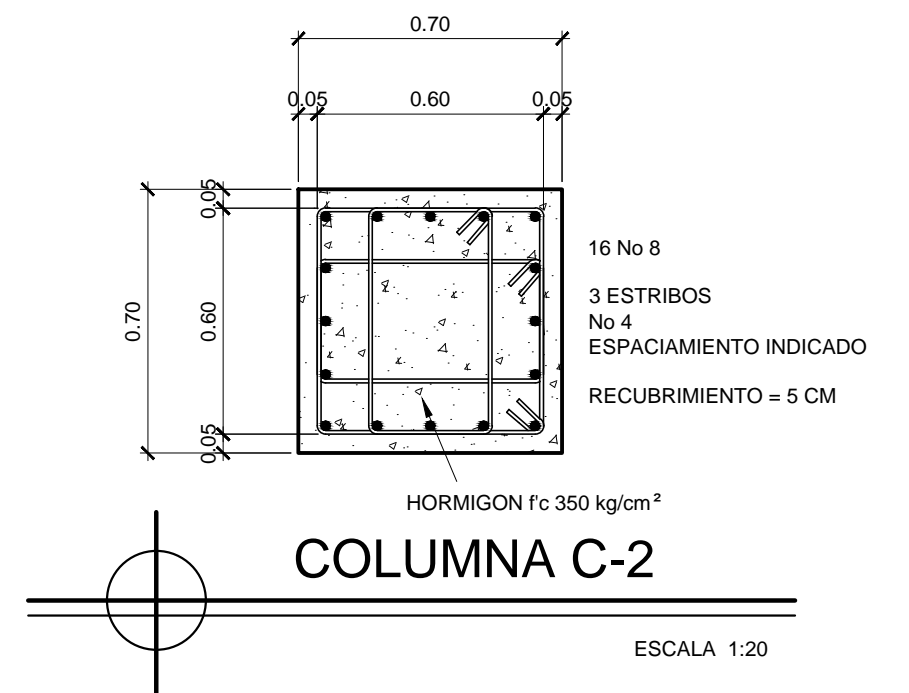
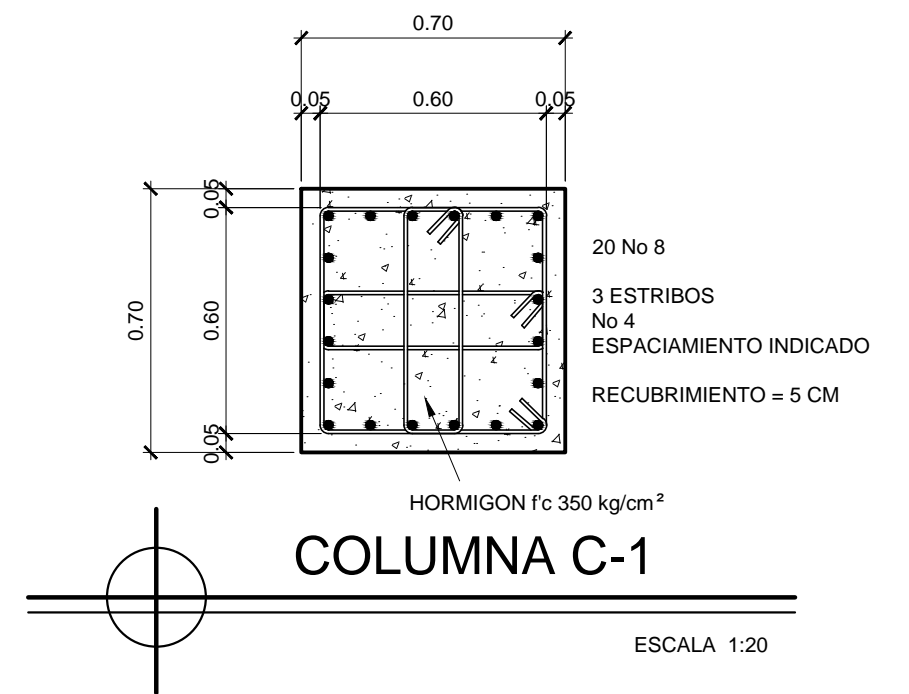
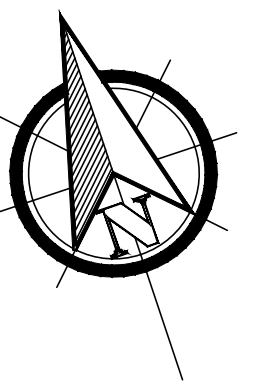
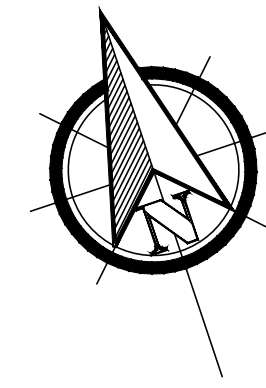
PLANTA DE SOTANO AREA DE TERMINAL DE BUSES

ESCALA 1:300



PLANTA DE PRIMER NIVEL AREA DE PARQUEO VEHICULAR

ESCALA 1:300



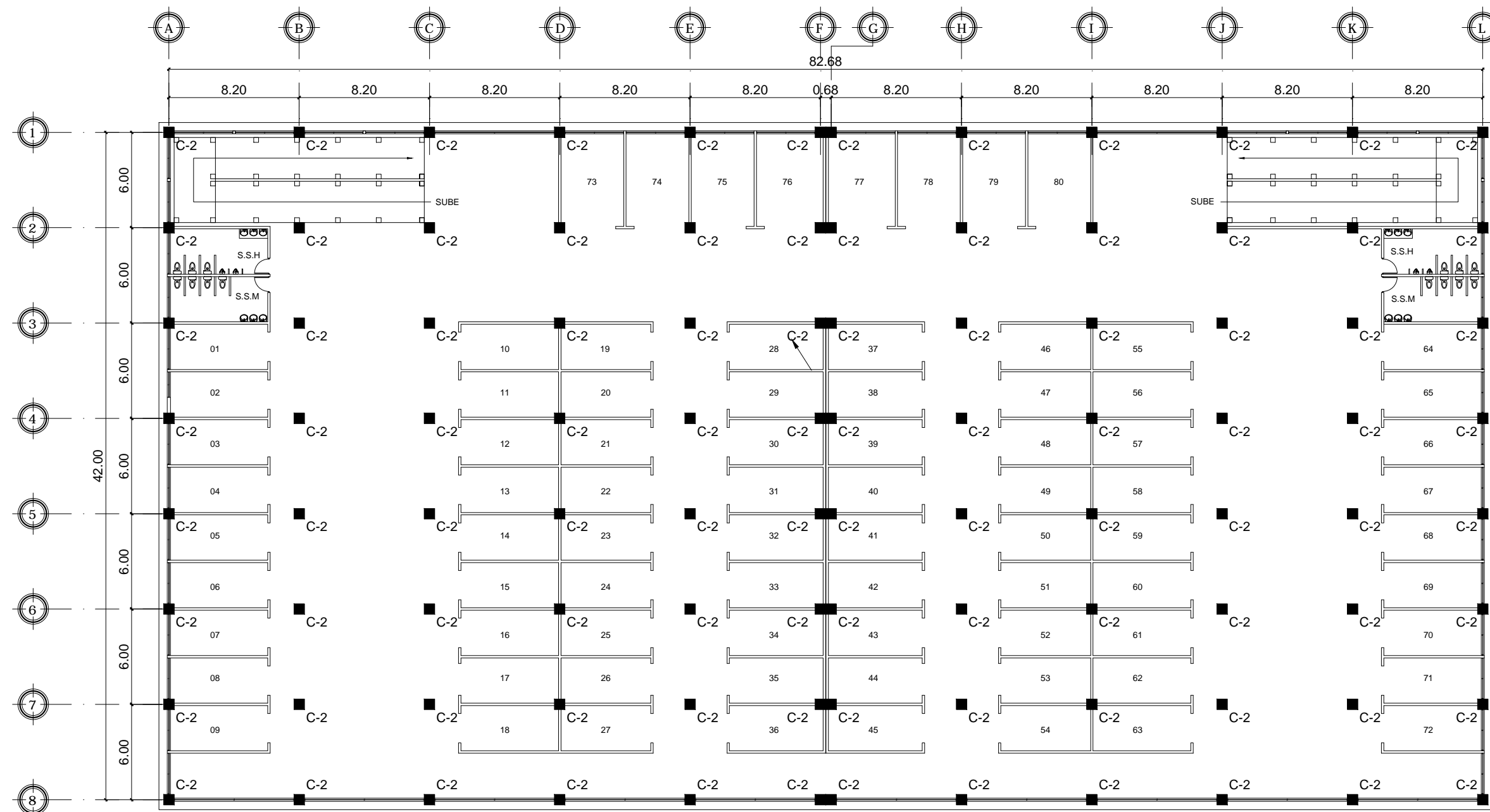
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
COLUMNAS DE SOTANO Y PRIMER NIVEL

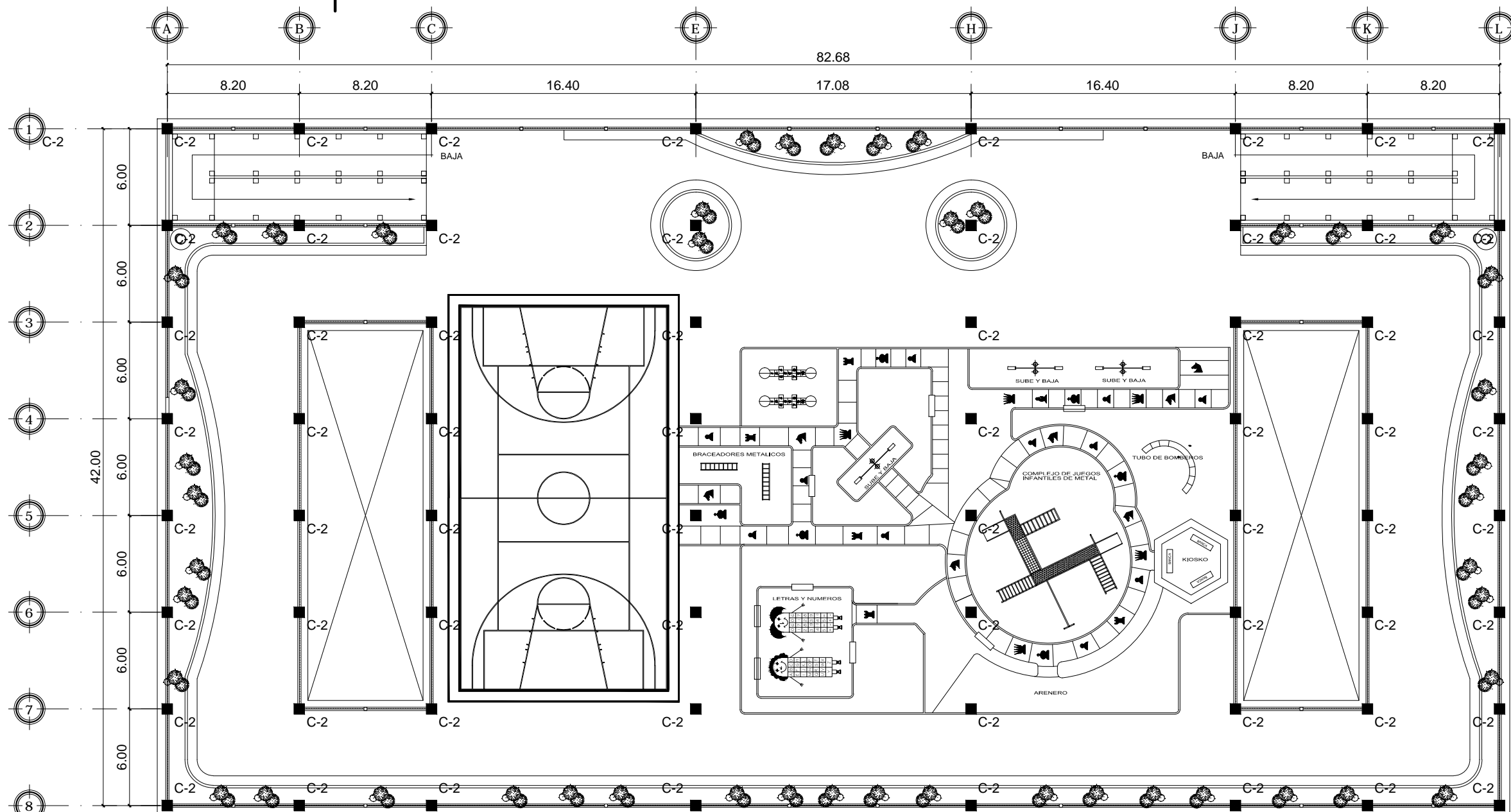
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 18
FECHA: MAYO DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



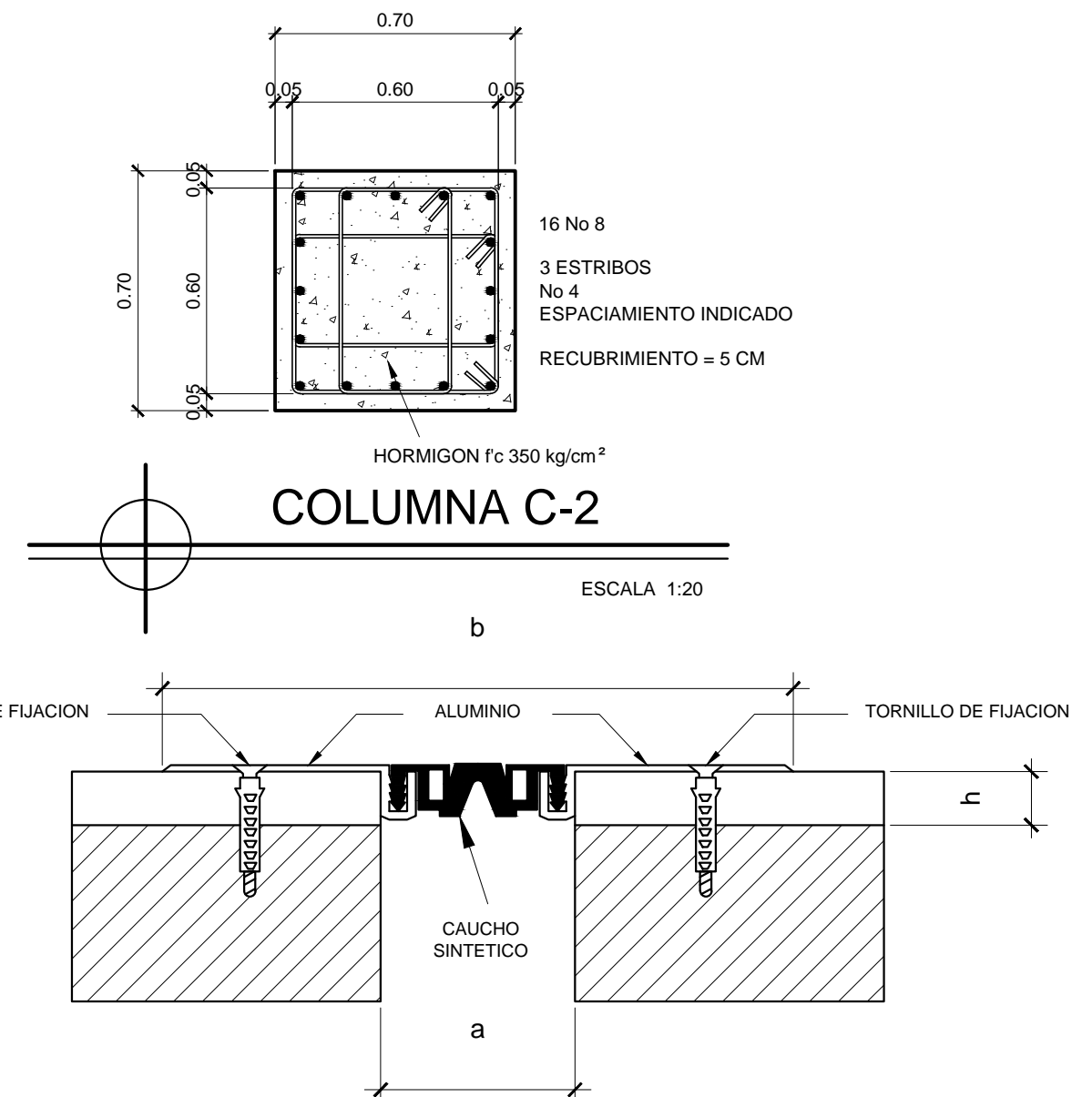
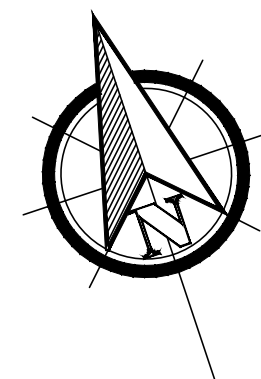
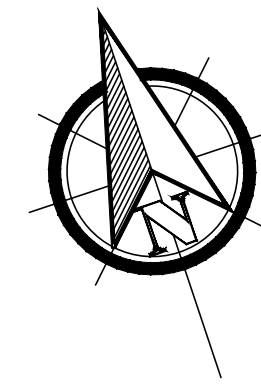
PLANTA DE SEGUNDO NIVEL AREA DE LOCALES COMERCIALES

ESCALA 1:300



PLANTA DE TERCER NIVEL AREA DE PARQUE RECREATIVO

ESCALA 1:300



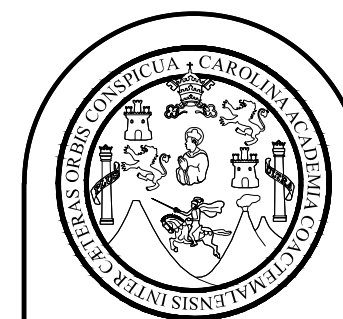
JUNTA SISMICA

SIN ESCALA

Ancho Junta (a)	Ancho total (b)	Tipo caucho	Movimiento horizontal
30 mm	134 mm	Estriado	12 mm (+/- 6)

Nota:

1. JUNTA TIPO NOVOJUNTA PRO[®] BASIC SP
2. SE COLOCARA ENTRE MODULO 1 Y MODULO 2 PARA PISO EN SOTANO Y ENTREPISO NIVEL 1, NIVEL 2 Y NIVEL 3.



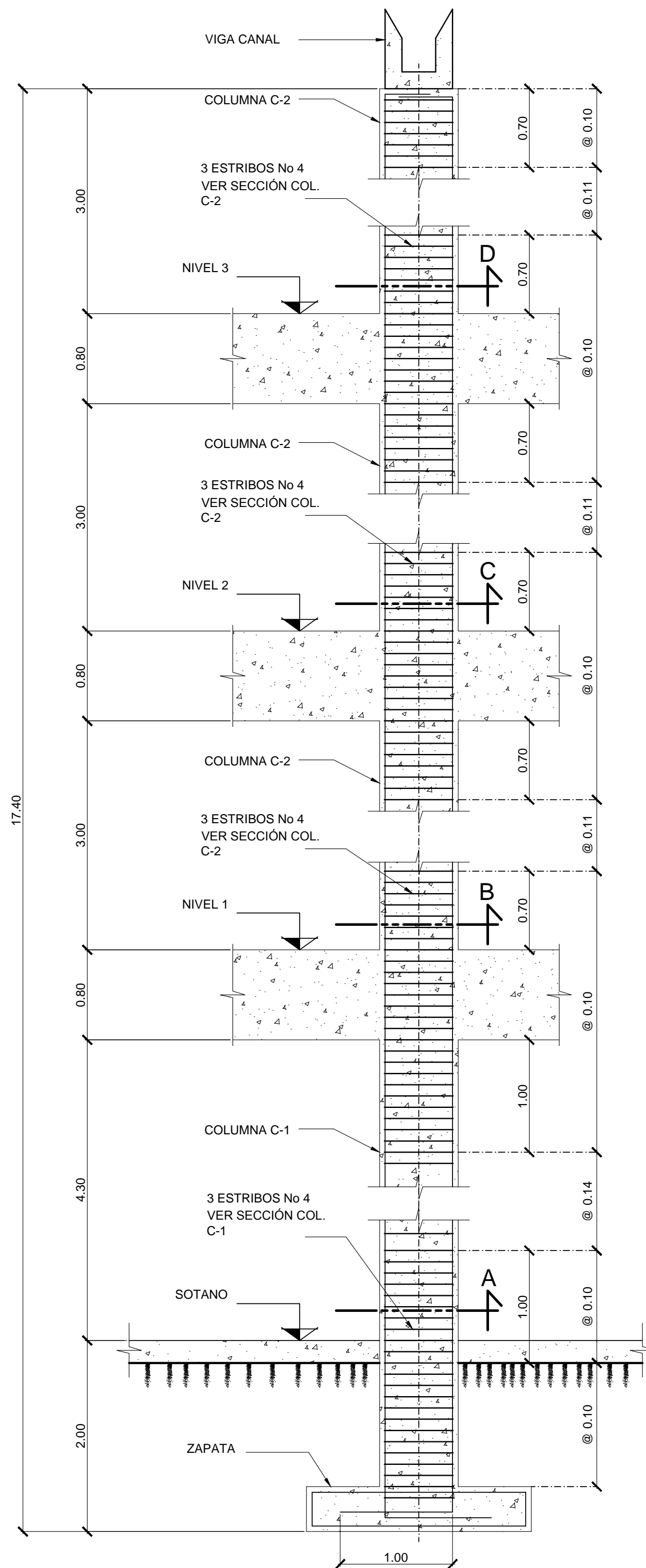
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

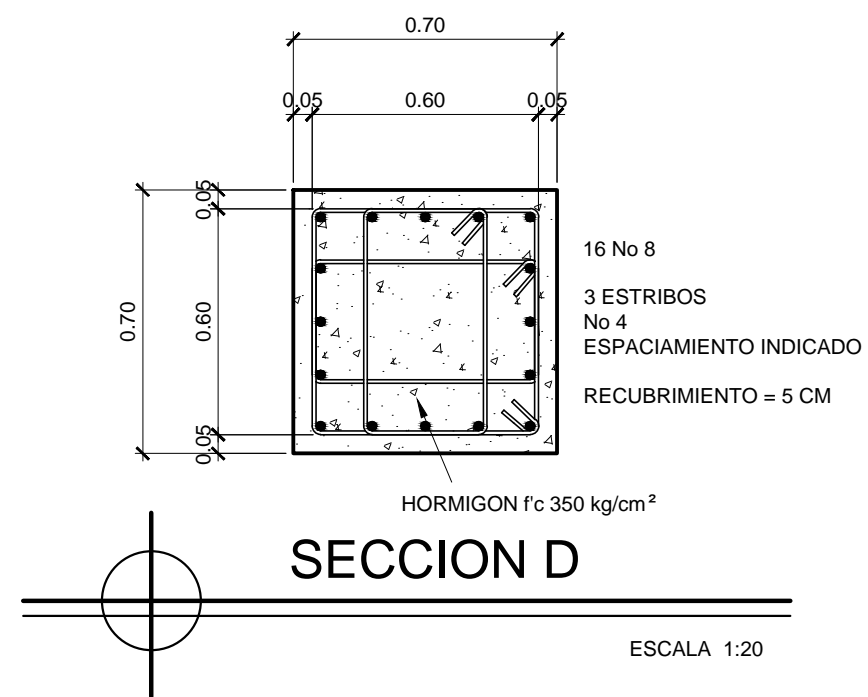
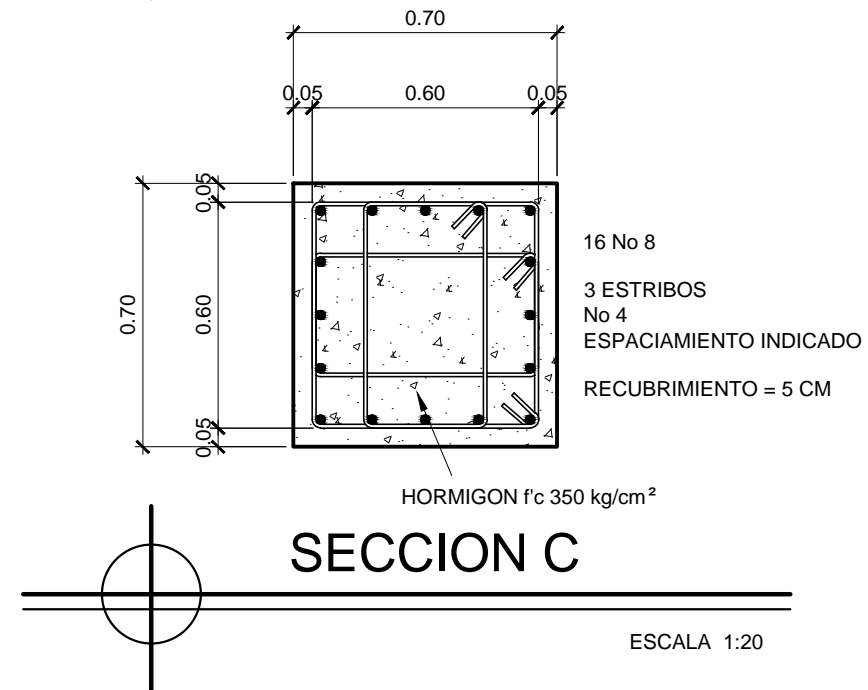
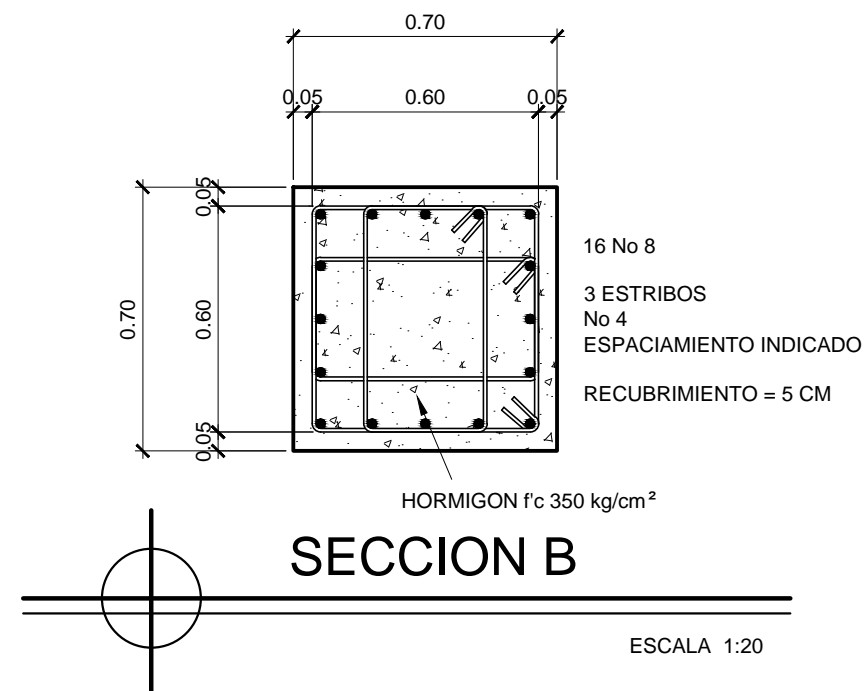
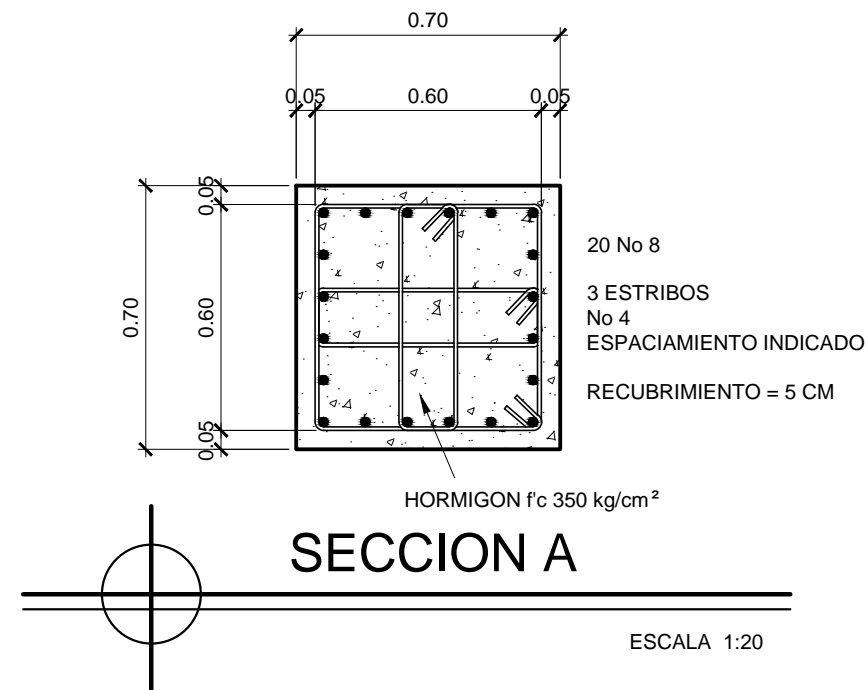
PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
COLUMNAS DE SEGUNDO Y TERCER NIVEL

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 19
FECHA: MAYO DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO

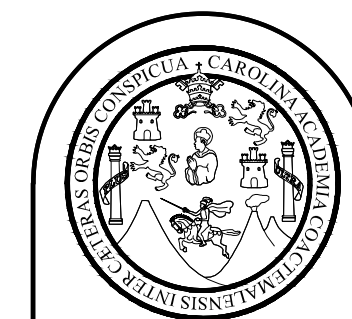


ELEVACIÓN COLUMNA C-1 Y C2
(DISTRIBUCIÓN TIPO DE ESTRIBOS) SIN ESCALA



ESPECIFICACIONES

1. RESISTENCIA DE CONCRETO $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$.
2. RESISTENCIA DEL ACERO $f'y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$.
3. VALOR SOPORTE DEL SUELO $Vs = 32 \text{ T/m}^2$.
4. TRASLAPES Y ANCLAJES VER TABLA EN PLANO DE ESPECIFICACIONES GENERALES HOJA 0.



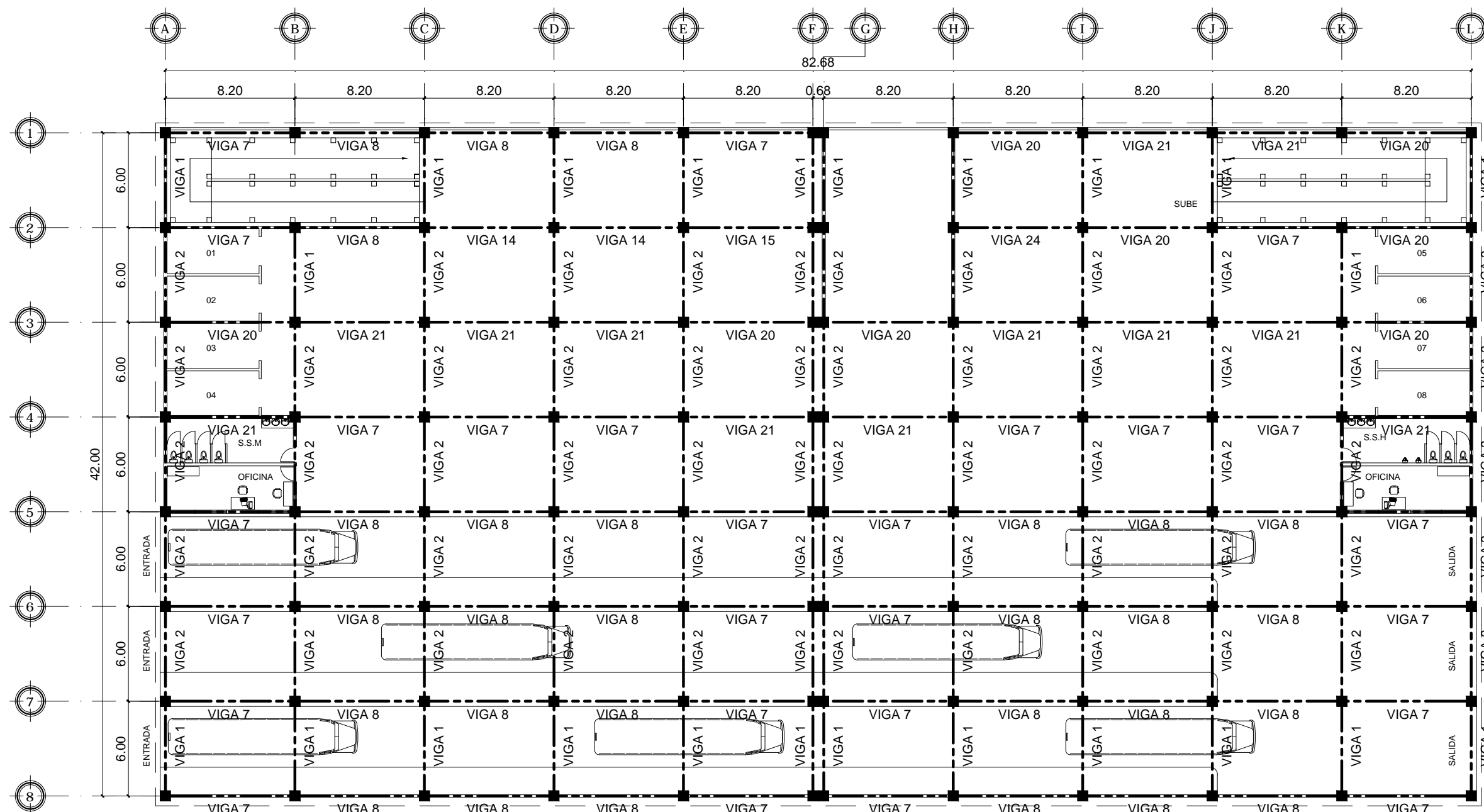
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
DETALLE DE COLUMNAS DISTRIBUCION DE ESTRIBOS

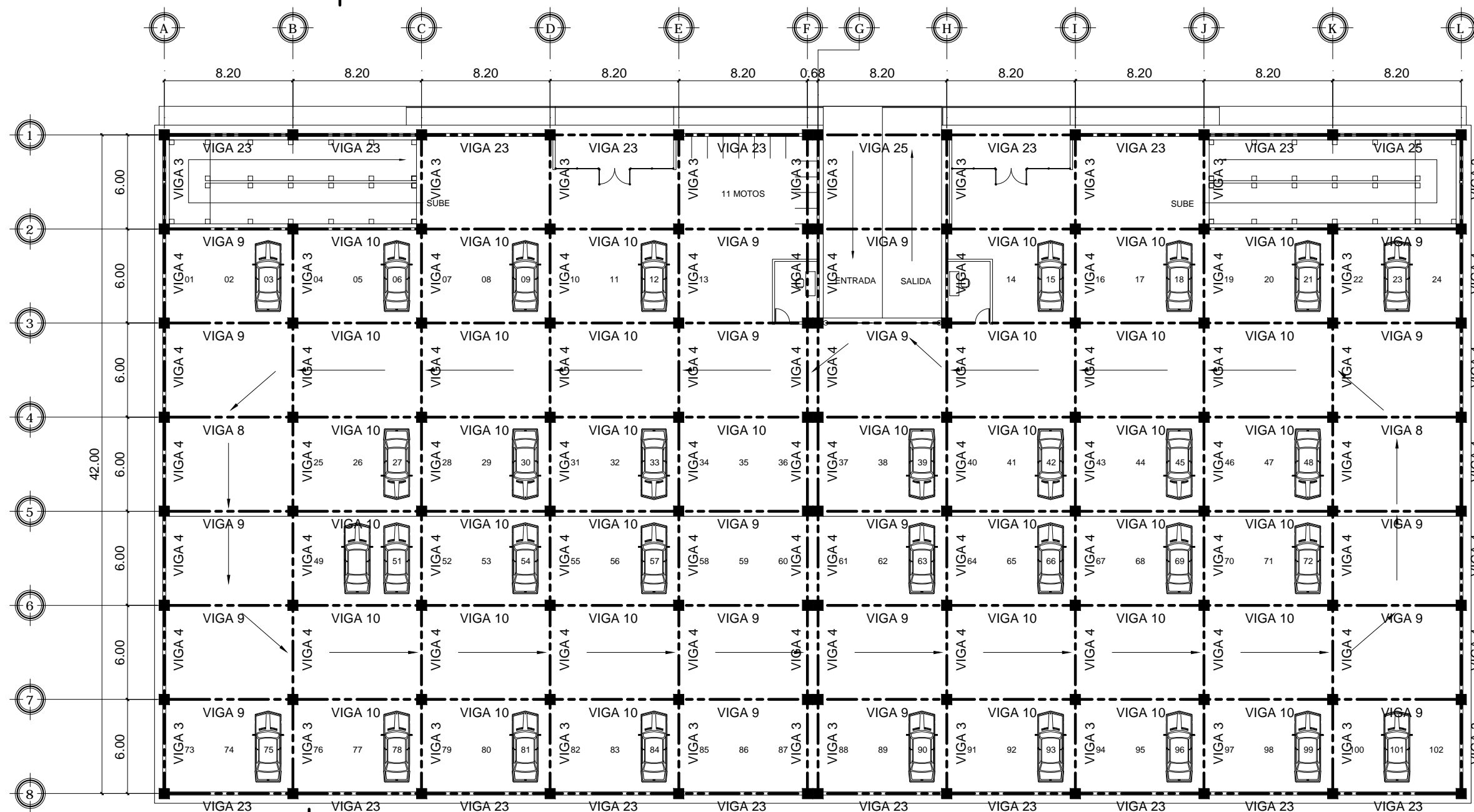
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 20
FECHA: MAYO DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



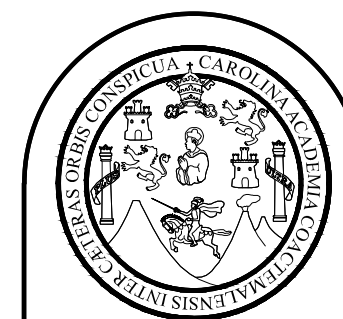
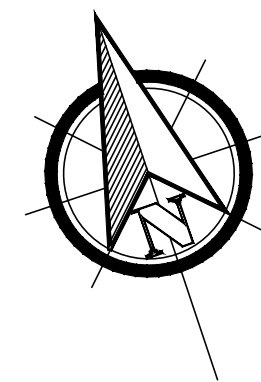
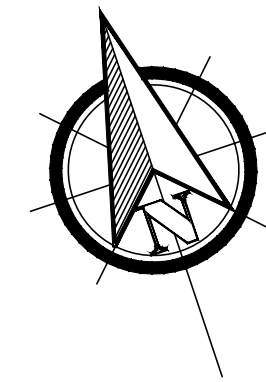
PLANTA DE SOTANO AREA DE TERMINAL DE BUSES

ESCALA 1:300



PLANTA DE PRIMER NIVEL AREA DE PARQUEO VEHICULAR

ESCALA 1:300



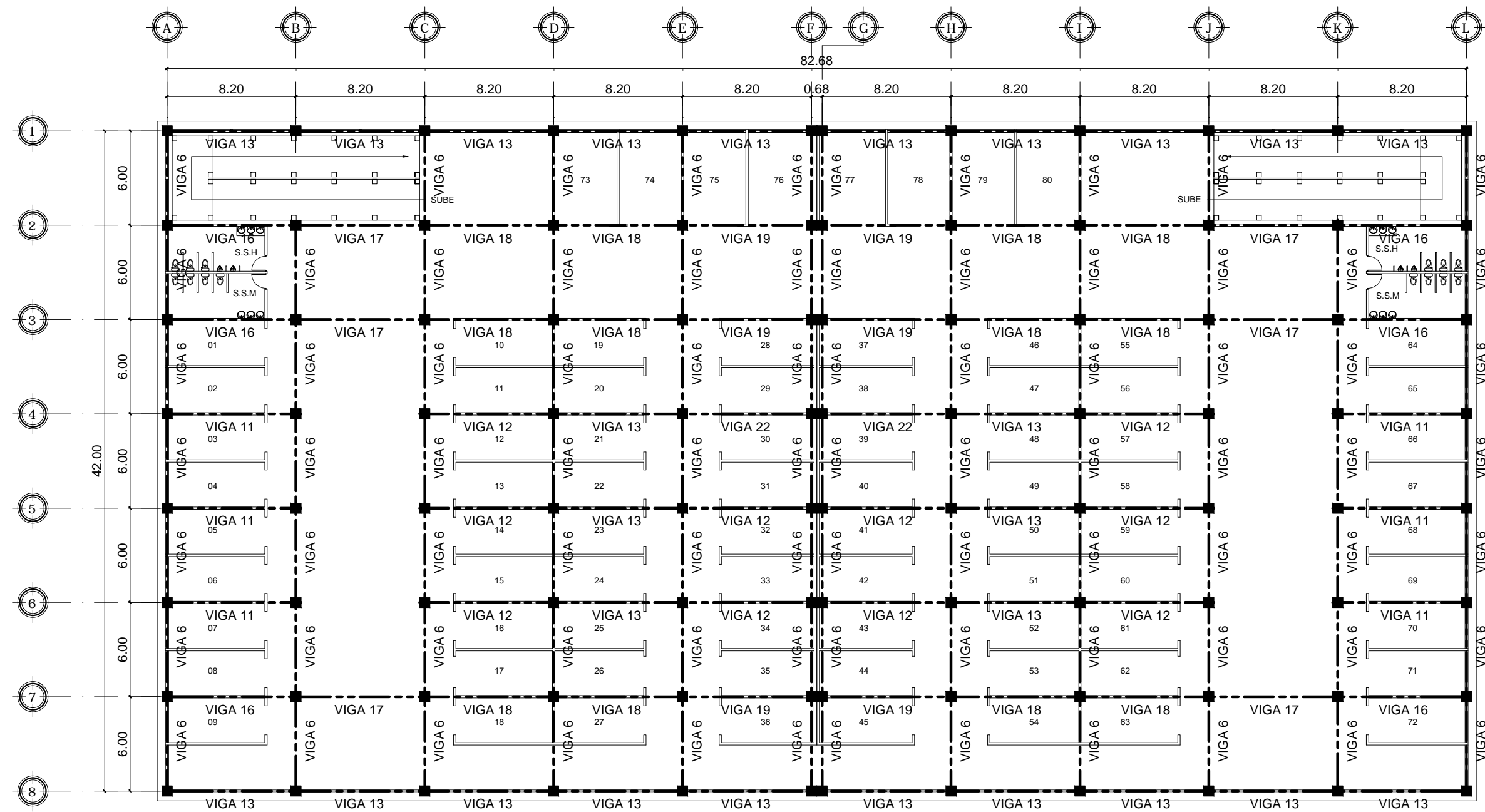
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
DISTRIBUCION DE VIGAS DE SOTANO Y PRIMER NIVEL

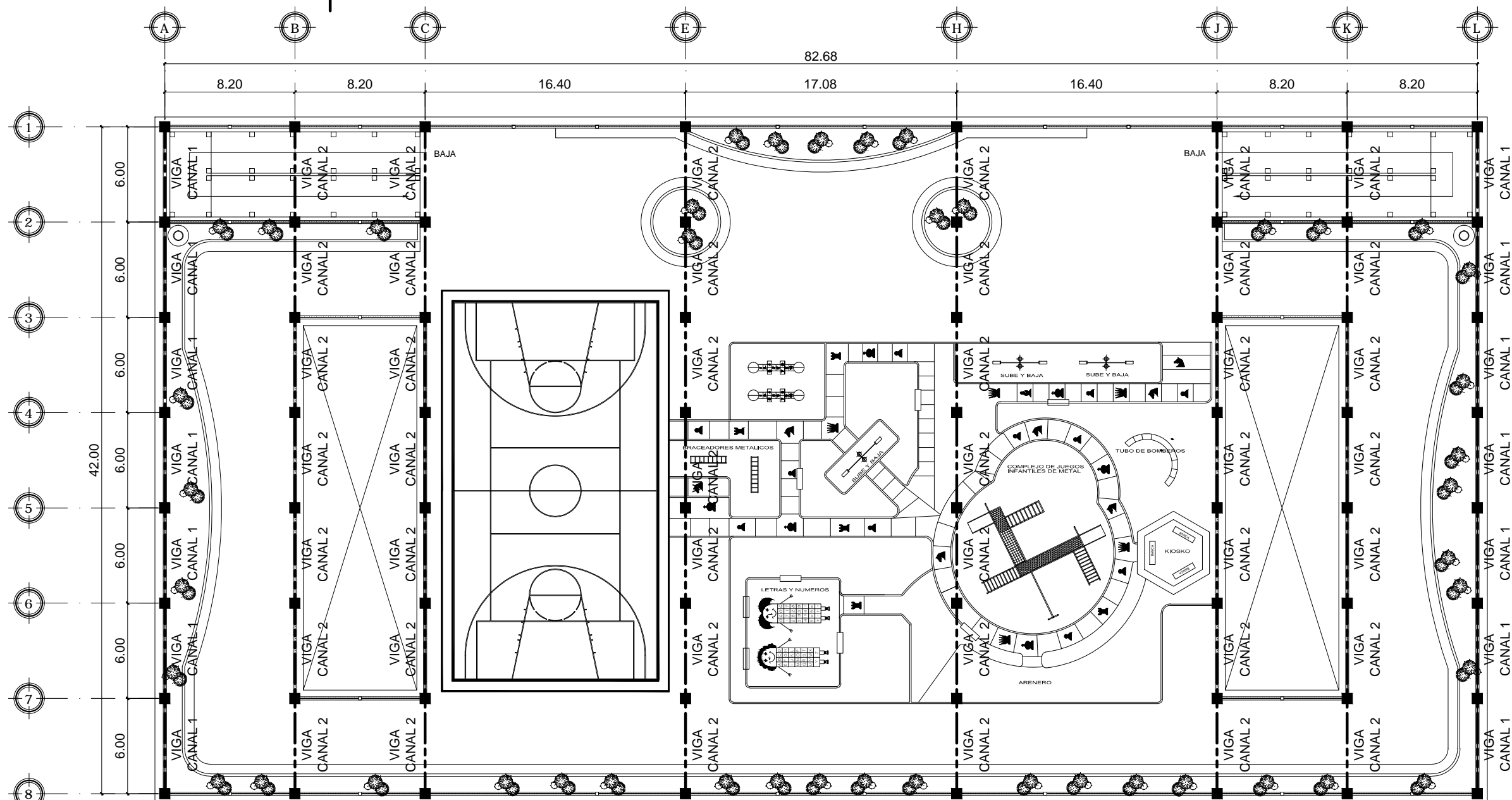
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 21
FECHA: ABRIL DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



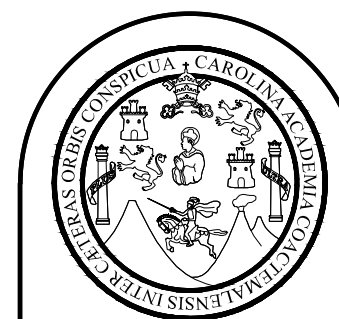
PLANTA DE SEGUNDO NIVEL AREA DE LOCALES COMERCIALES

ESCALA 1:300



PLANTA DE TERCER NIVEL AREA DE PARQUE RECREATIVO

ESCALA 1:300



FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

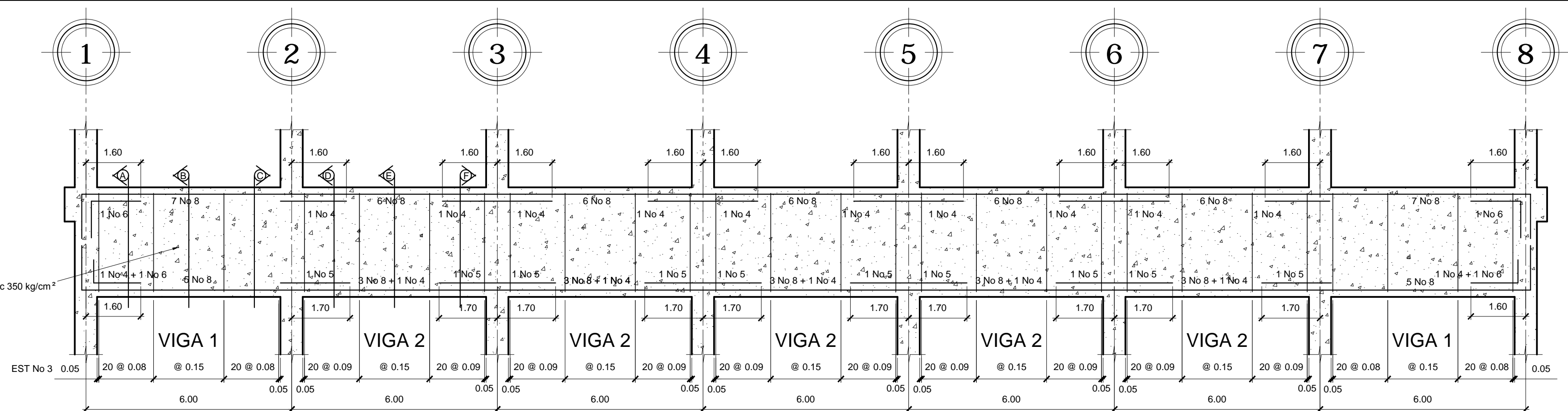
MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
DISTRIBUCION DE VIGAS DE SEGUNDO Y TERCER NIVEL

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 22
FECHA: ABRIL DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO

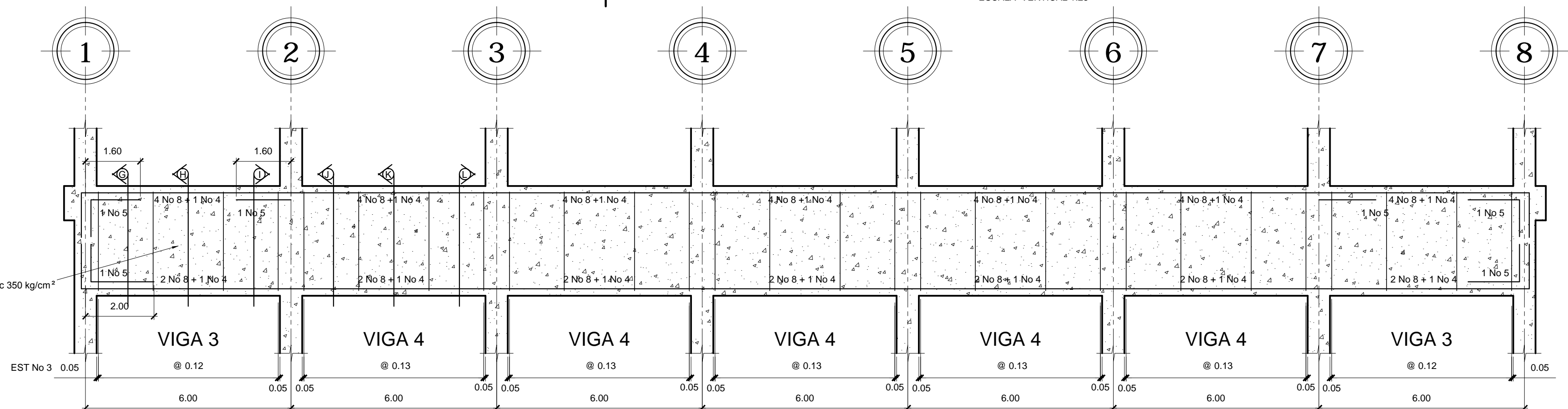
HORMIGON f'c 350 kg/cm²



VIGA NIVEL 1, EJE A, C, D, E Y F

ESCALA HORIZONTAL 1:100
ESCALA VERTICAL 1:25

HORMIGON f'c 350 kg/cm²



VIGA NIVEL 2, EJE A, C, D, E Y F

ESCALA HORIZONTAL 1:100
ESCALA VERTICAL 1:25



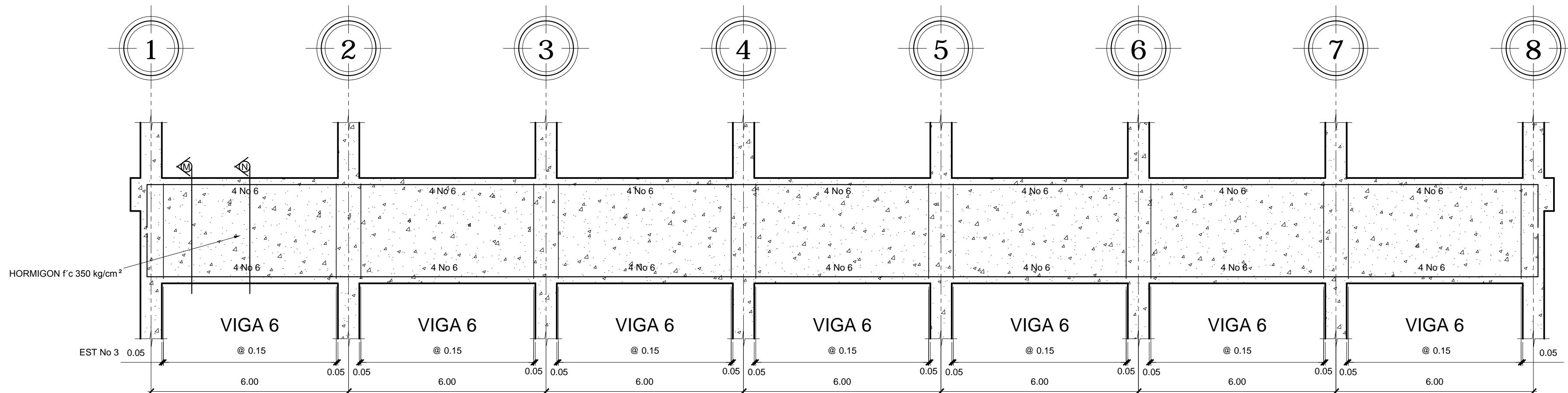
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
DETALLES DE VIGAS MODULO 1: NIVEL: 1 Y 2, EJES: A, C, D, E, F

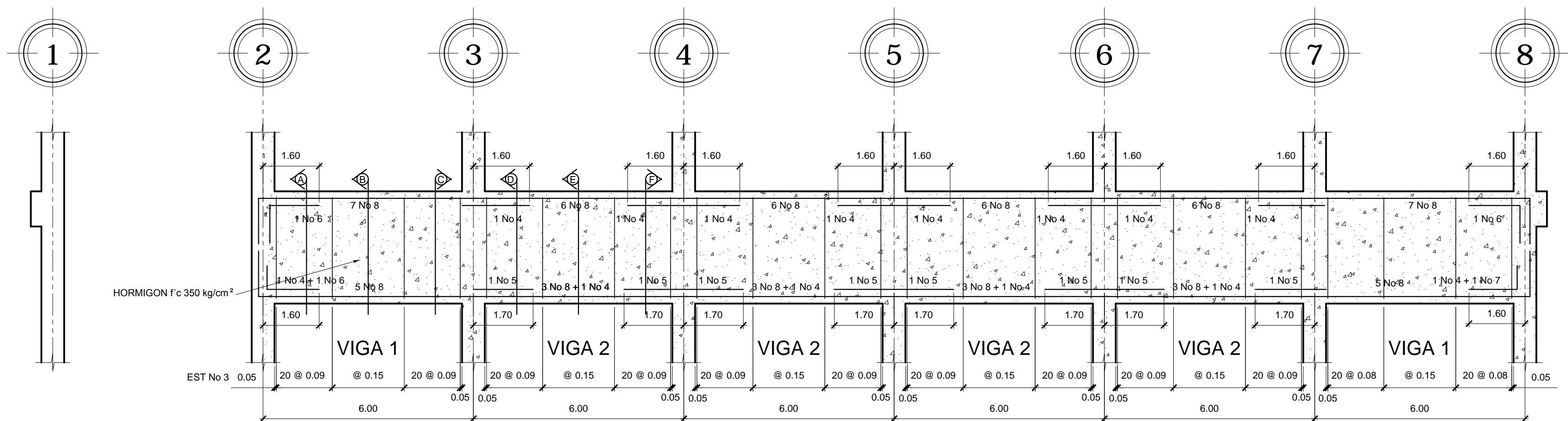
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 23 86
FECHA: ABRIL DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



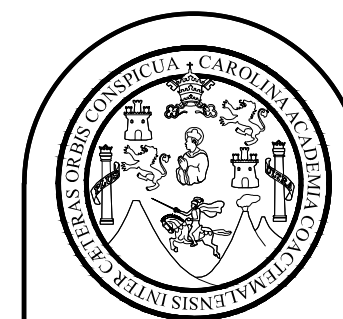
VIGA NIVEL 3, EJE A, C, D, E Y F

ESCALA HORIZONTAL 1:100
ESCALA VERTICAL 1:25



VIGA NIVEL 1, EJE B

ESCALA HORIZONTAL 1:100
ESCALA VERTICAL 1:25



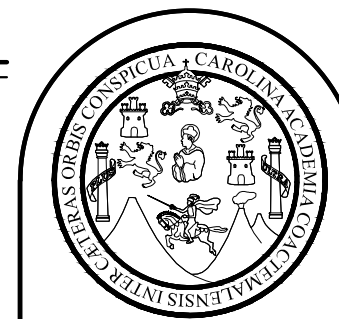
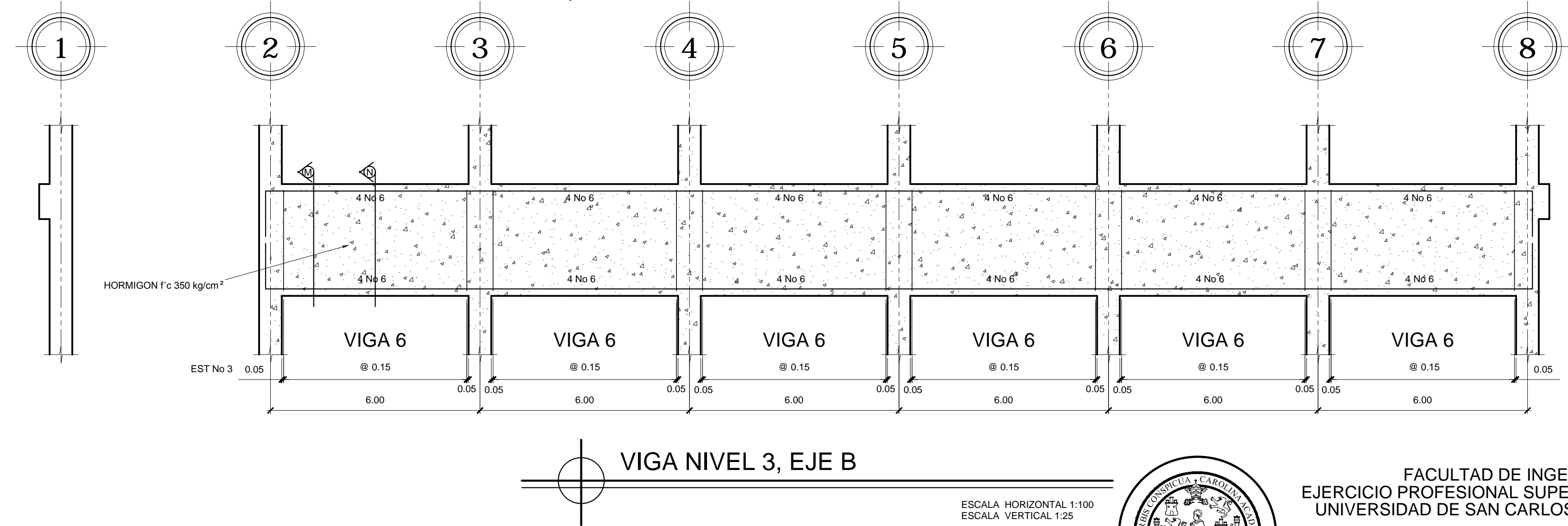
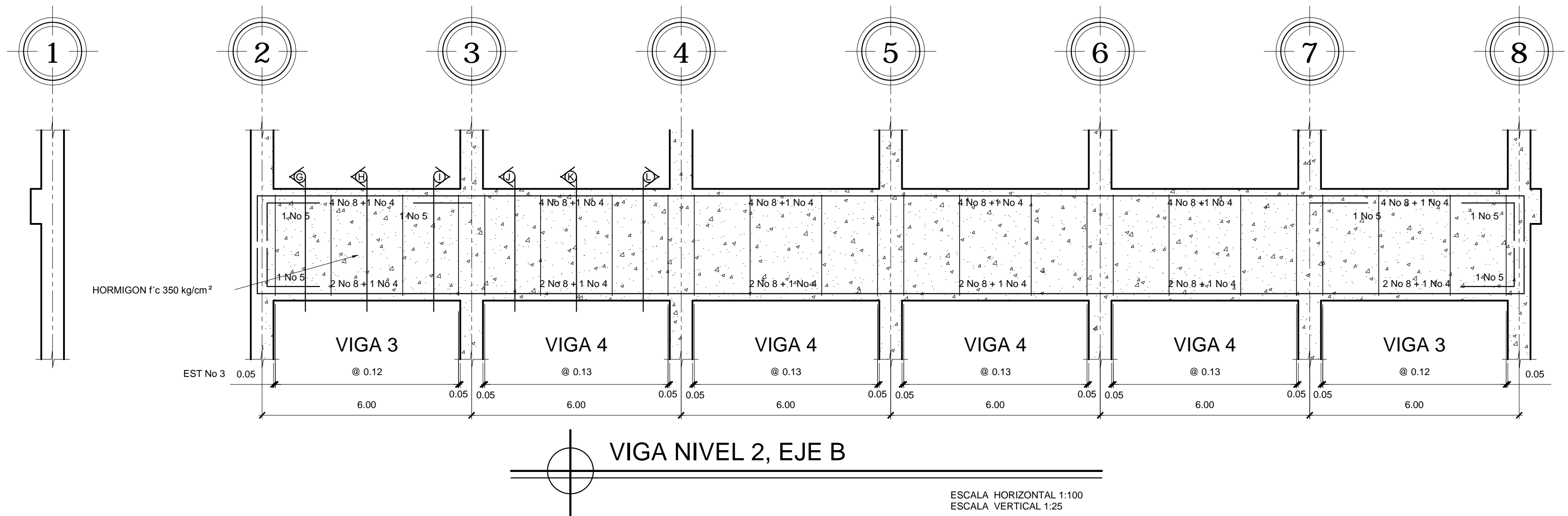
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
DETALLES DE VIGAS MODULO 1: NIVEL: 1 Y 3, EJES: A, B, C, D, E, F

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 24
FECHA: ABRIL DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



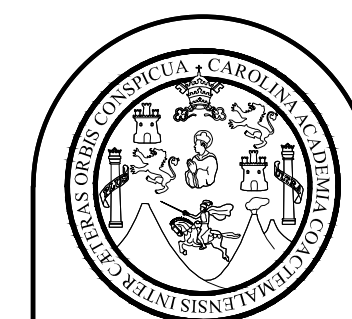
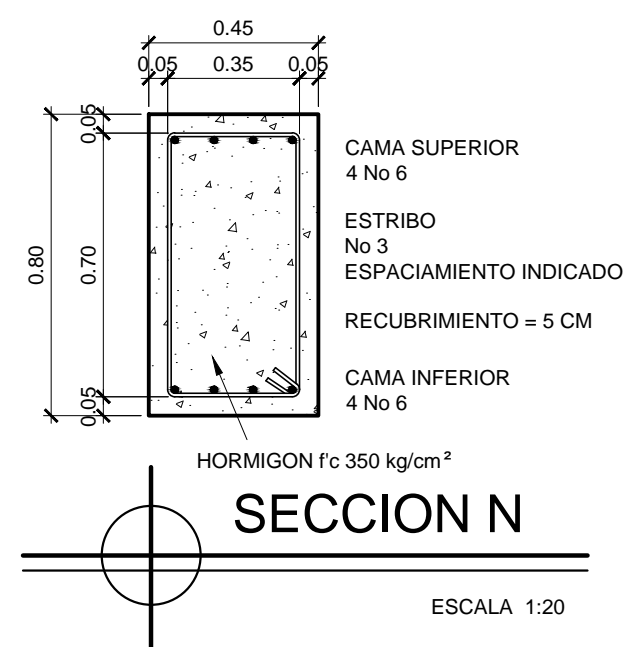
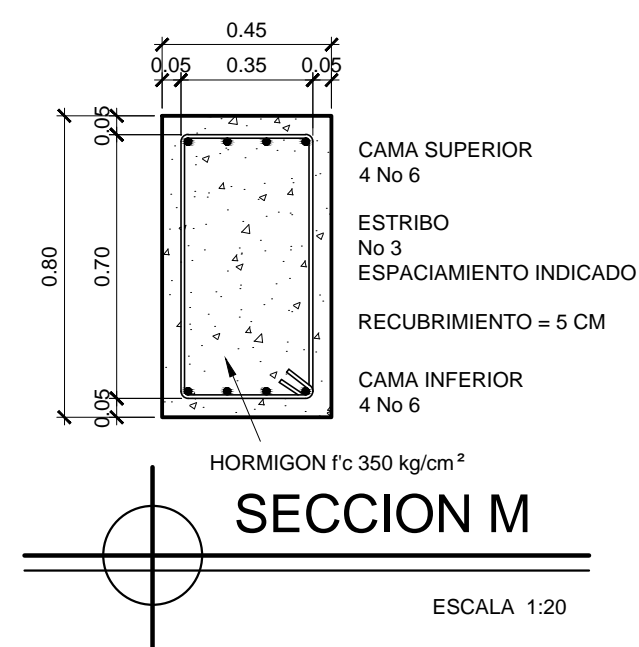
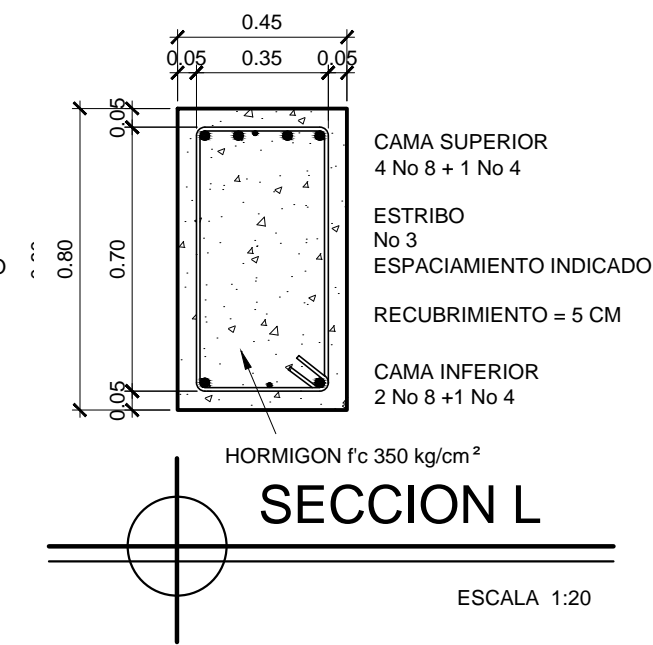
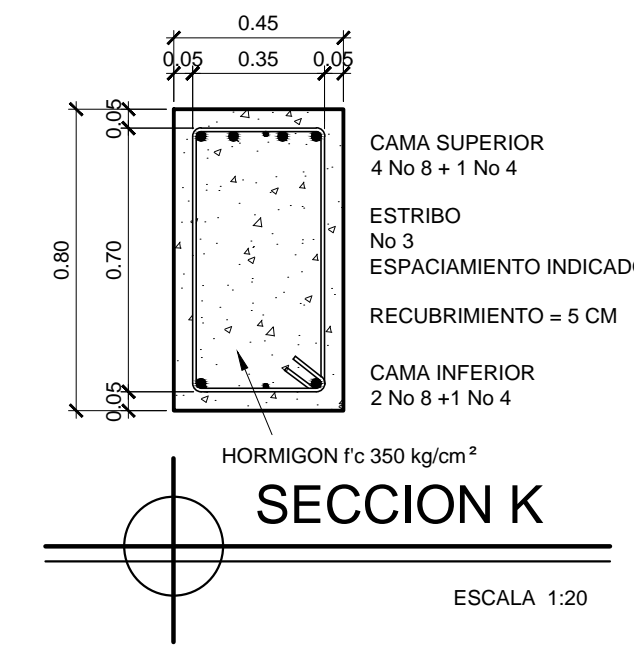
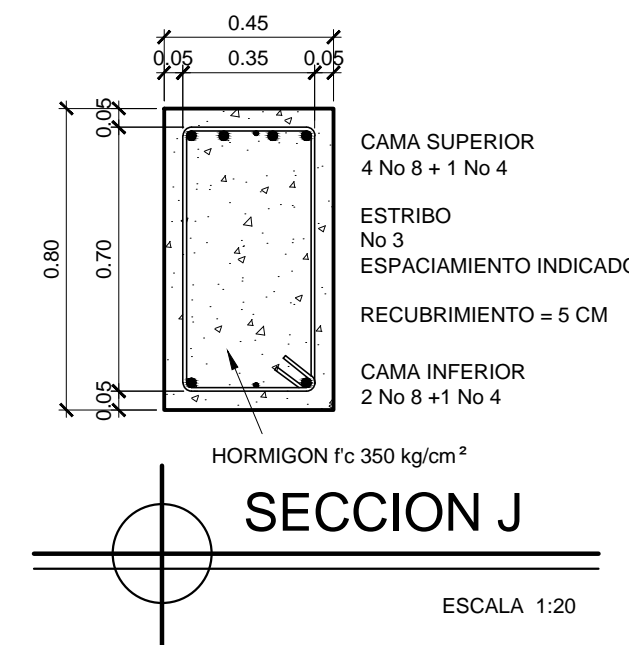
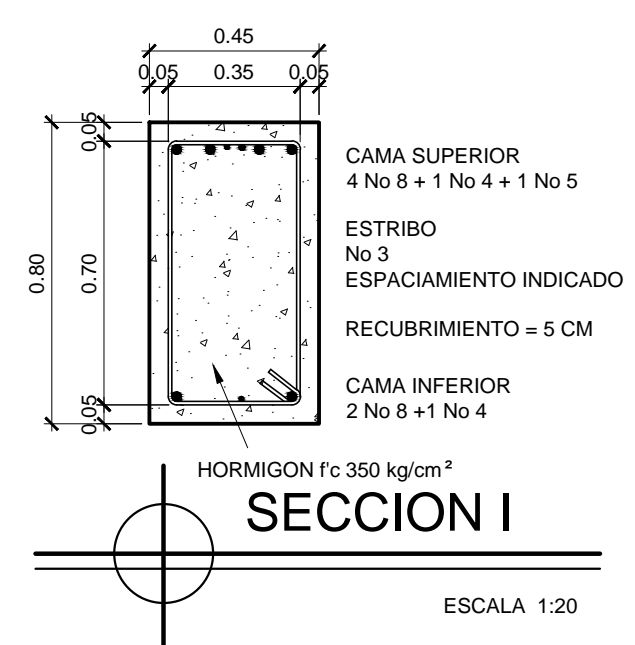
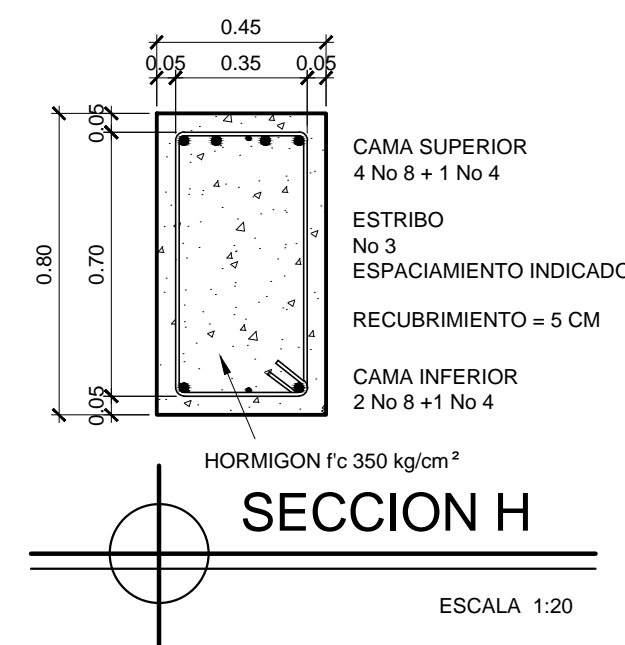
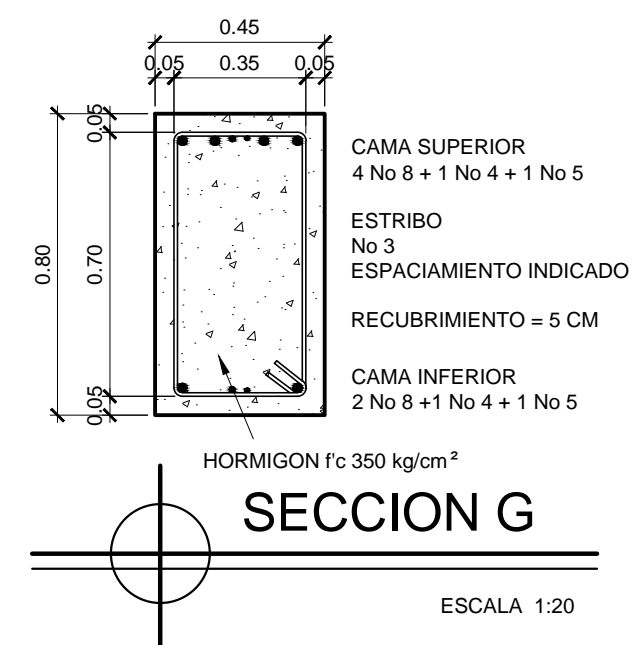
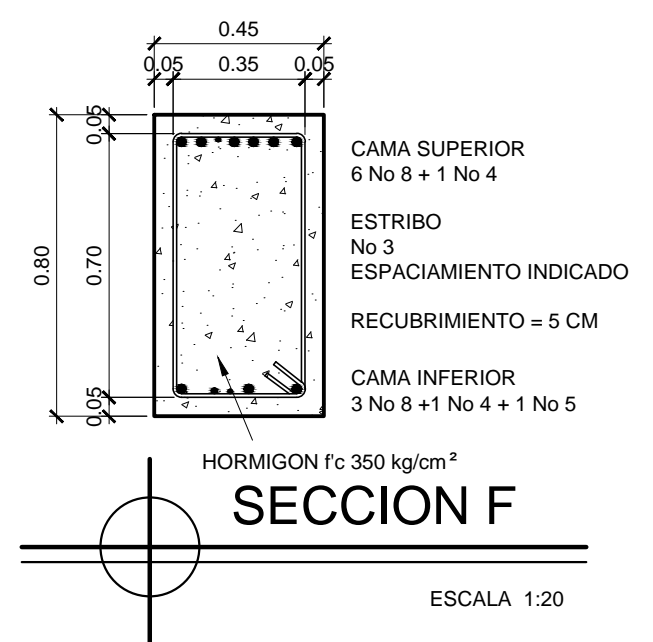
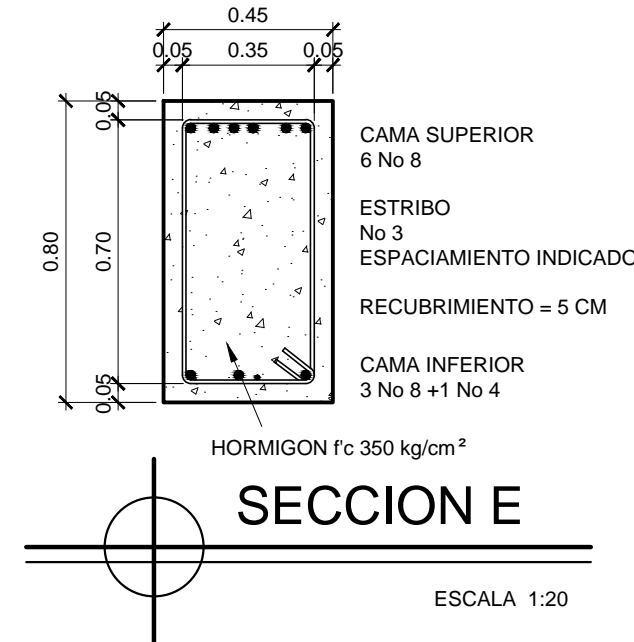
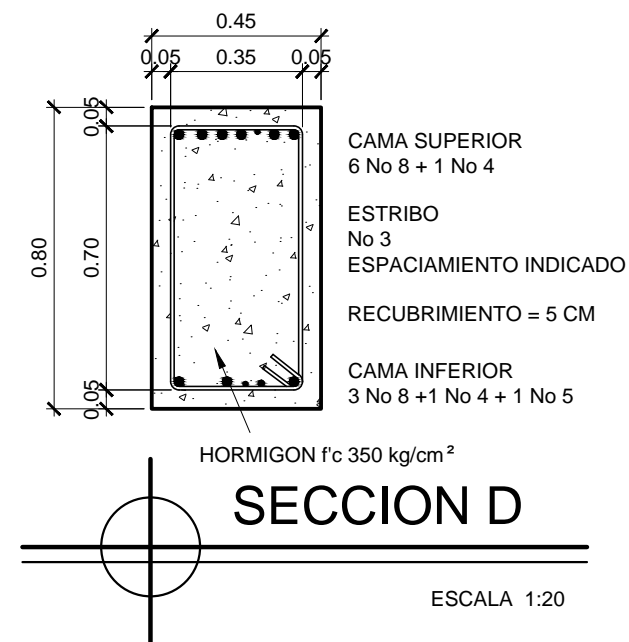
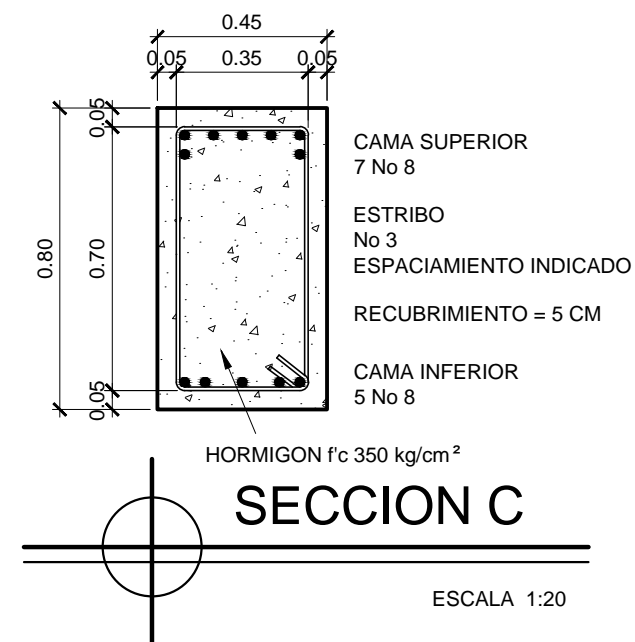
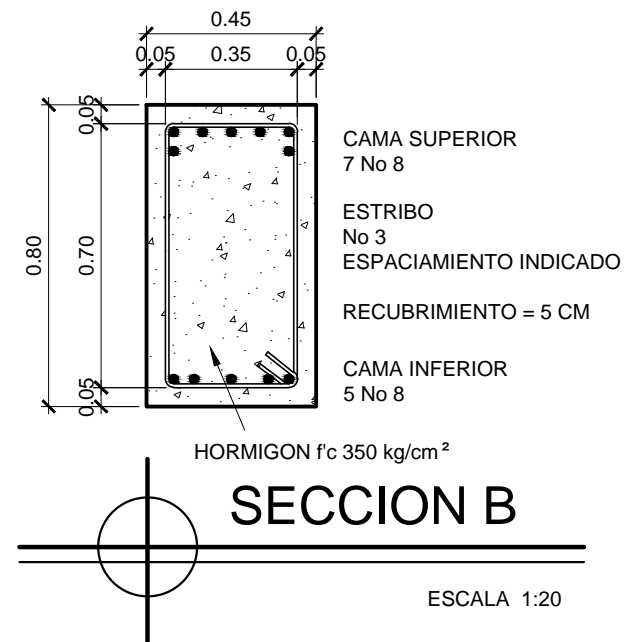
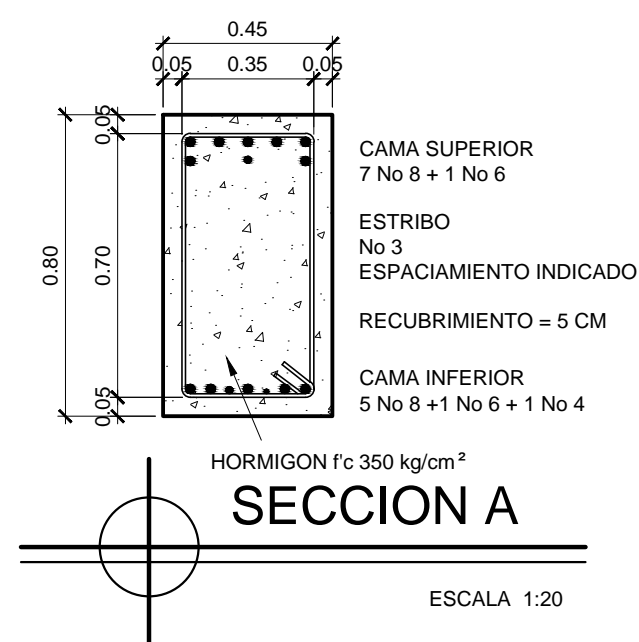
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
DETALLES DE VIGAS MODULO 1: NIVEL: 2 Y 3, EJES: B

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 25
FECHA: ABRIL DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

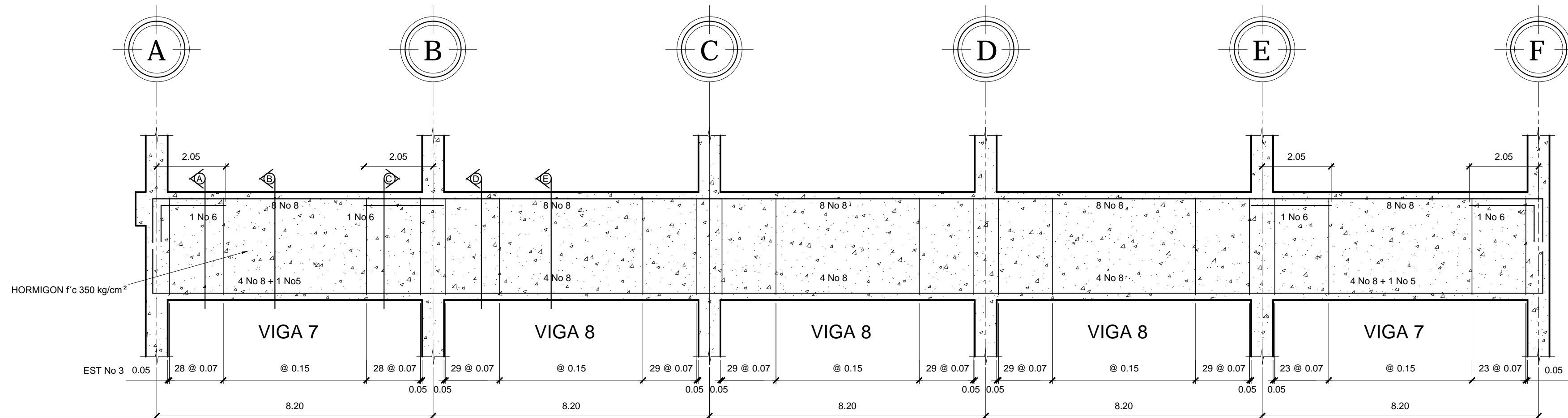
MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO

PLANO DE:
DETALLES DE ARMADO DE VIGAS MODULO 1 EJES: A, B, C, D, E, F

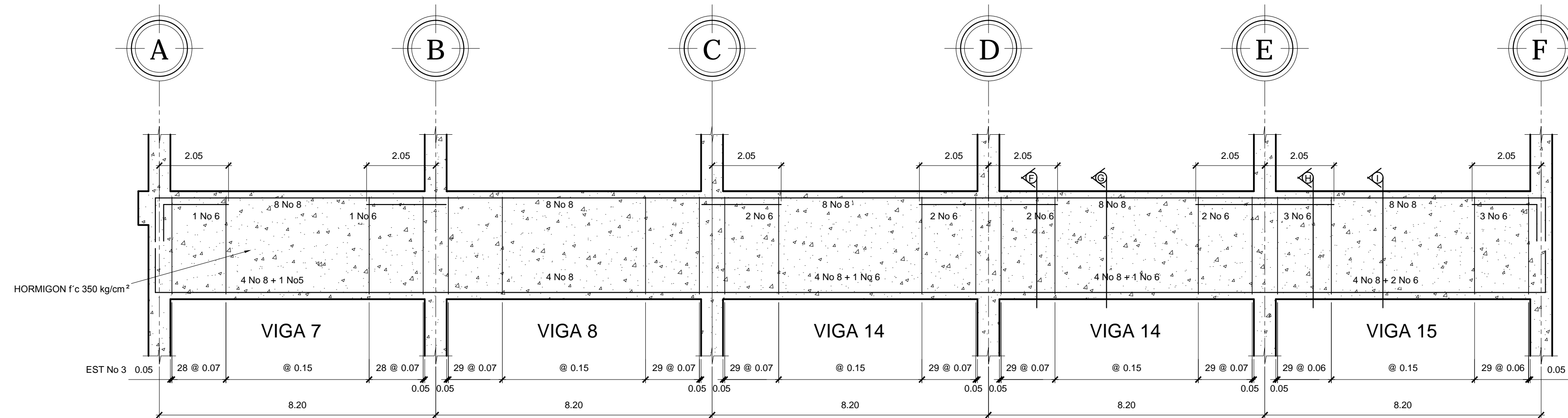
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 26
FECHA: ABRIL DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



VIGA NIVEL 1, EJE 1, 5, 6, 7 Y 8

ESCALA HORIZONTAL 1:100
ESCALA VERTICAL 1:25



VIGA NIVEL 1, EJE 2

ESCALA HORIZONTAL 1:100
ESCALA VERTICAL 1:25



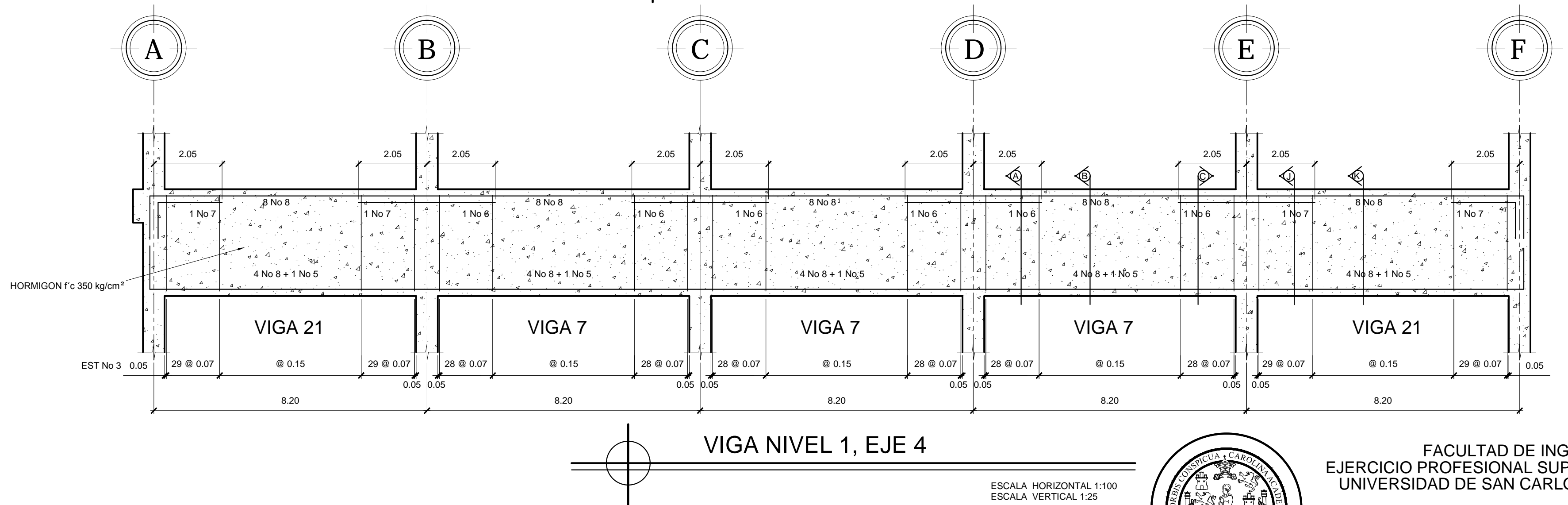
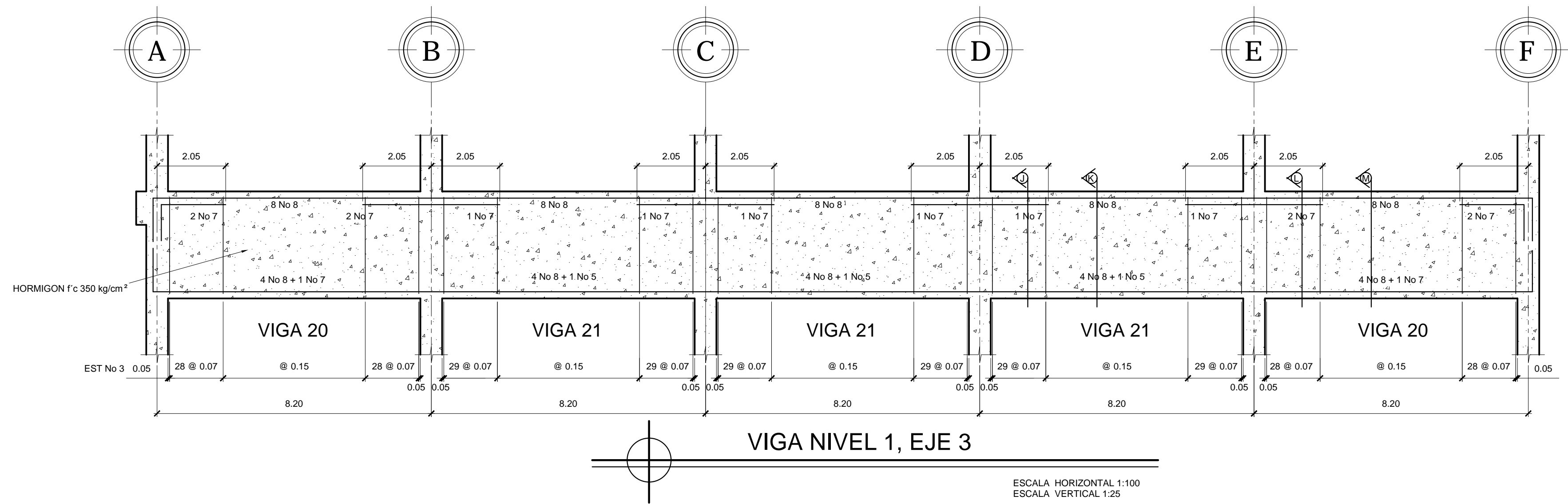
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
DETALLES DE VIGAS MODULO 1: NIVEL: 1, EJES: 1, 2, 5, 6, 7, 8

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 27
FECHA: ABRIL DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



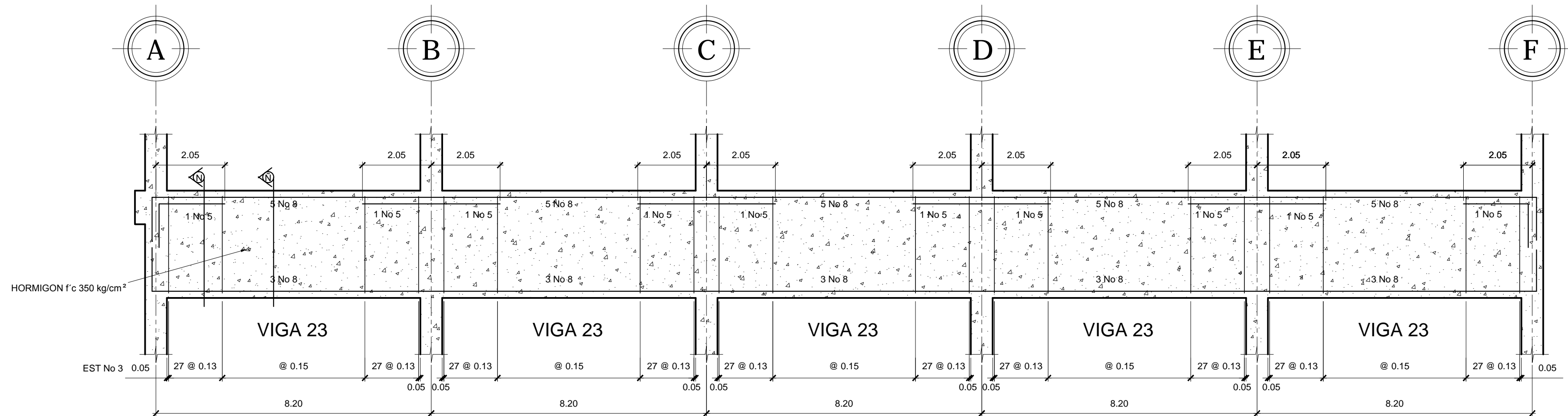
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
DETALLES DE VIGAS MODULO 1: NIVEL: 1, EJES: 3, 4

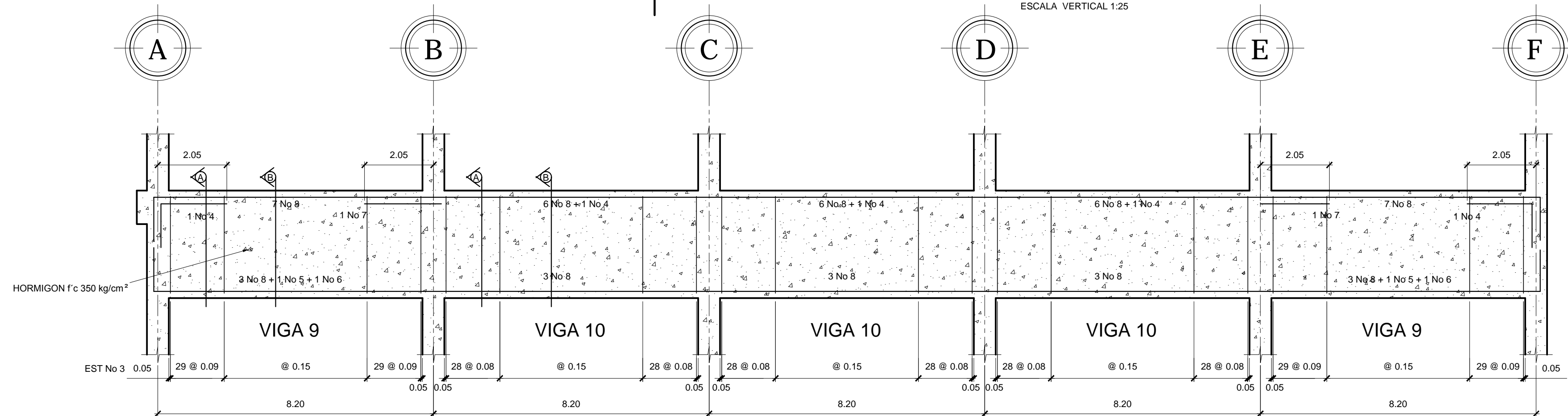
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 28 86
FECHA: ABRIL DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



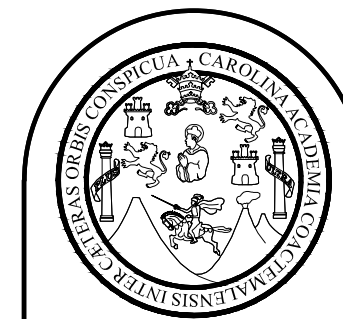
VIGA NIVEL 2, EJE 1 y 8

ESCALA HORIZONTAL 1:100
ESCALA VERTICAL 1:25



VIGA NIVEL 2, EJE 2, 3, 5, 6 y 7

ESCALA HORIZONTAL 1:100
ESCALA VERTICAL 1:25



FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

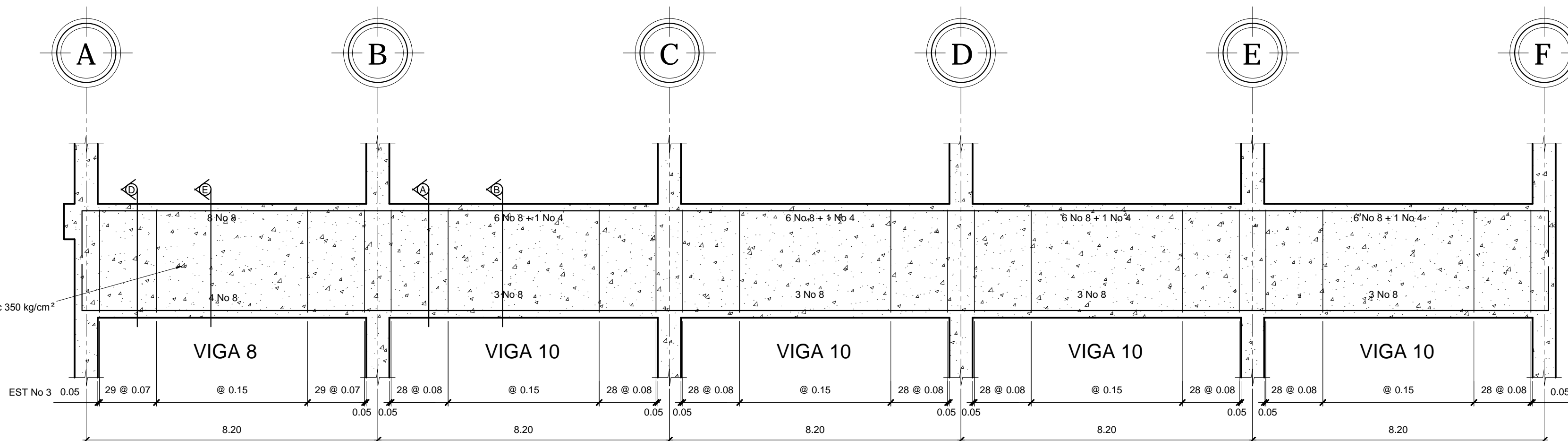
MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
DETALLES DE VIGAS MODULO 1: NIVEL: 2, EJES: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 29 86
FECHA: ABRIL DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO

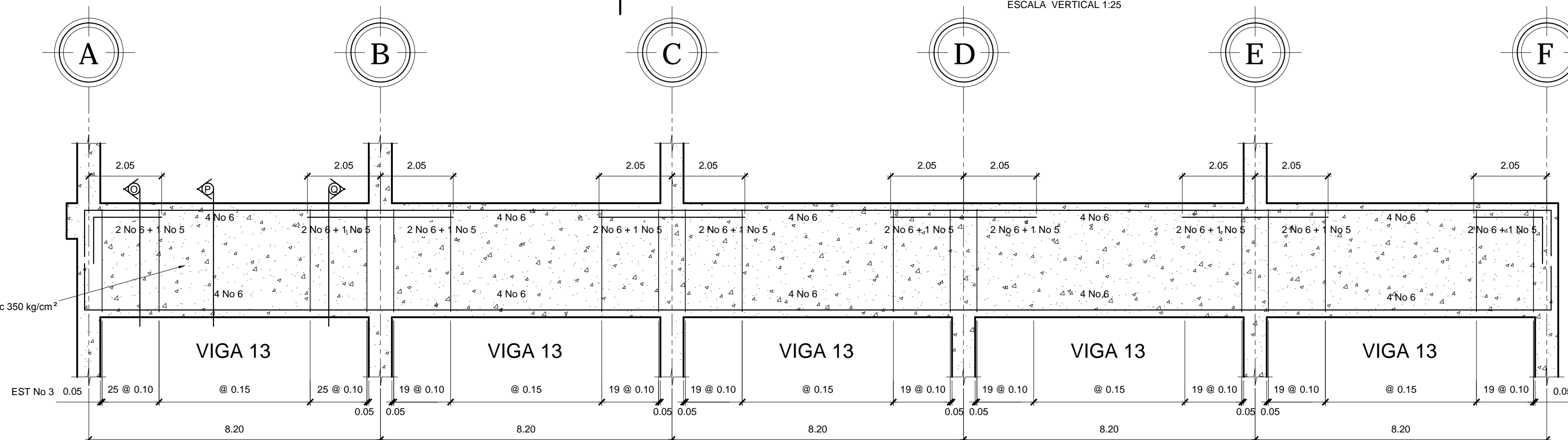
HORMIGON f'c 350 kg/cm²



VIGA NIVEL 2, EJE 4

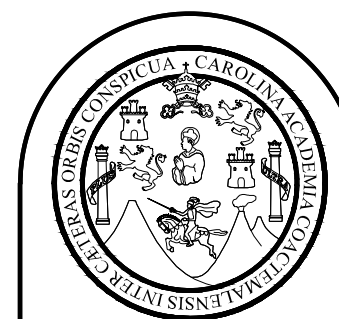
ESCALA HORIZONTAL 1:100
ESCALA VERTICAL 1:25

HORMIGON f'c 350 kg/cm²



VIGA NIVEL 3, EJE 1 y 8

ESCALA HORIZONTAL 1:100
ESCALA VERTICAL 1:25



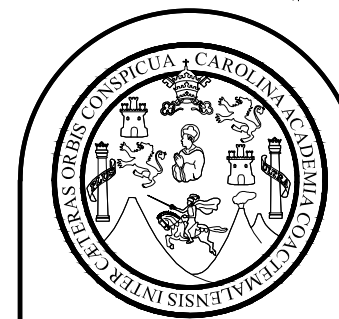
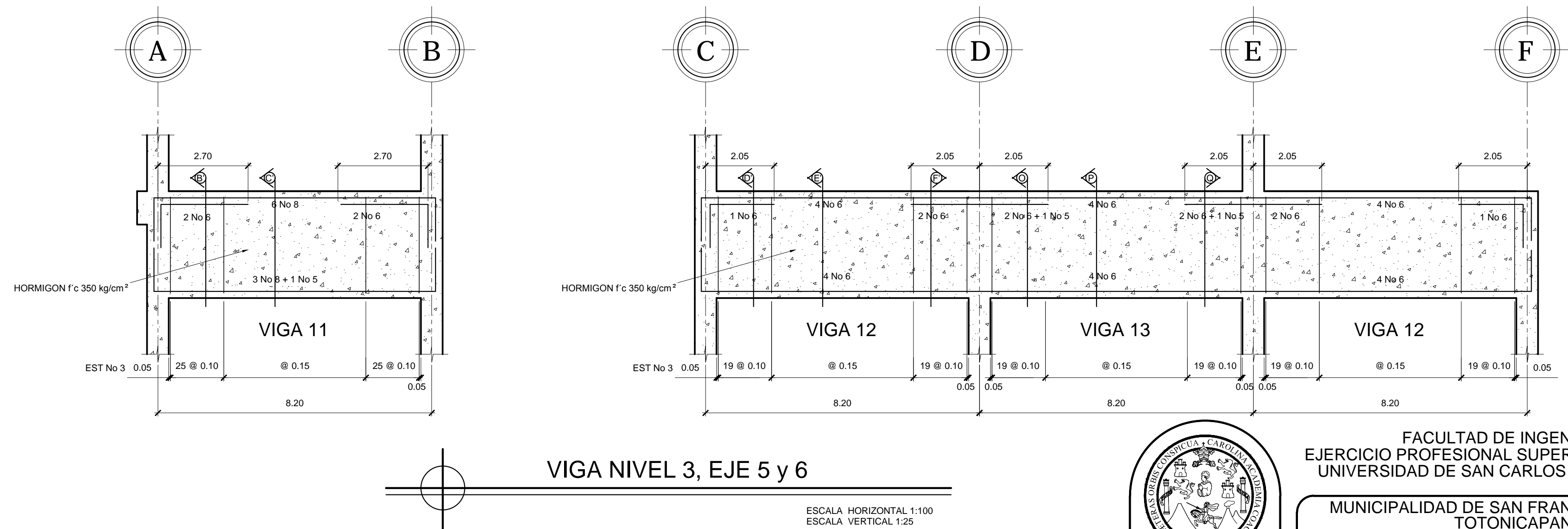
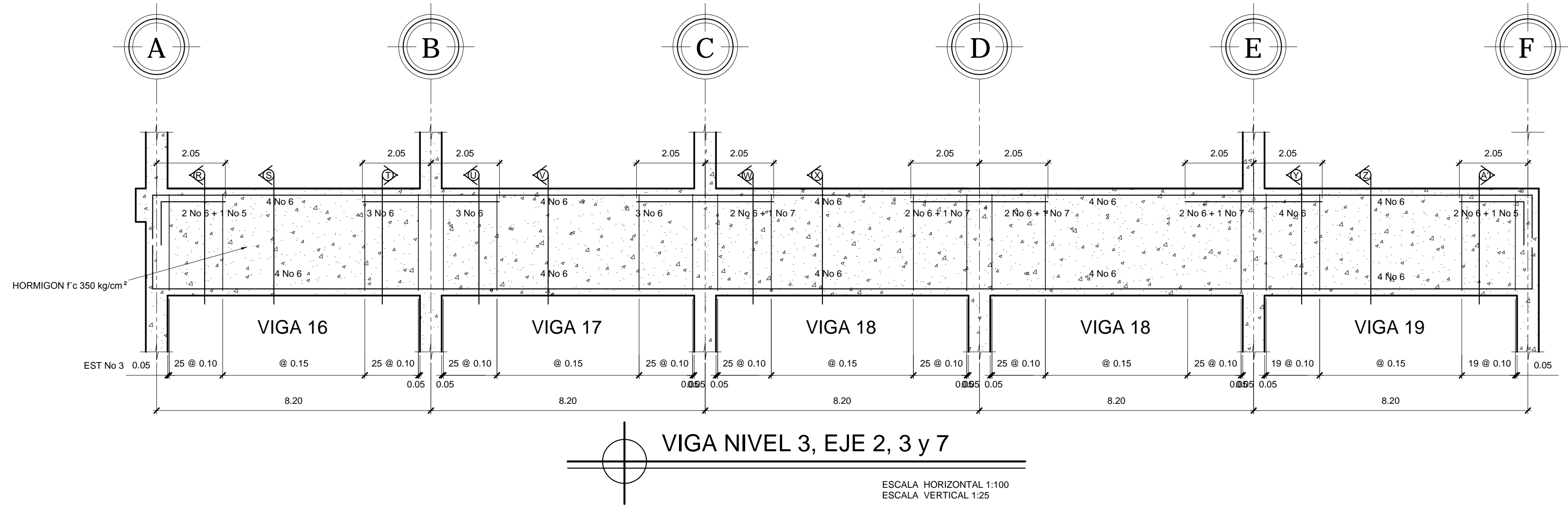
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
DETALLES DE VIGAS MODULO 1: NIVEL: 2 Y 3, EJES: 1, 4, 8

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 30 86
FECHA: ABRIL DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



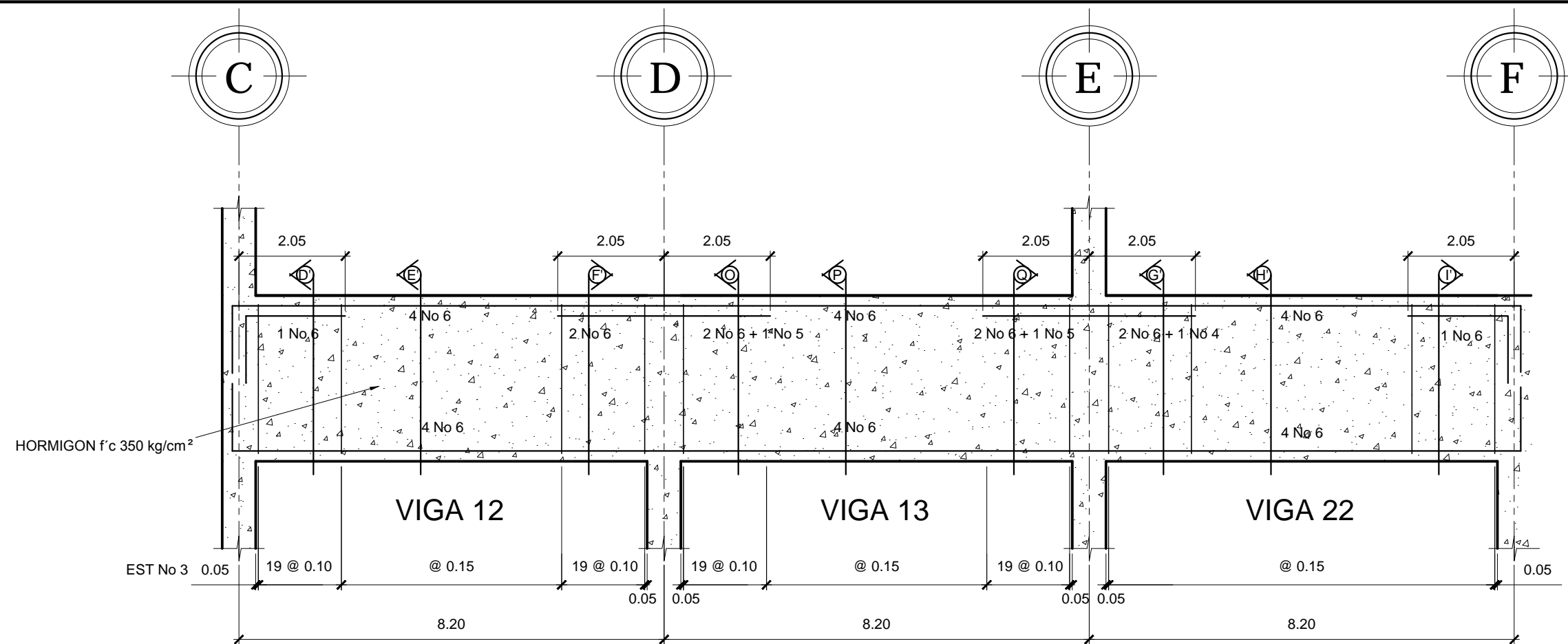
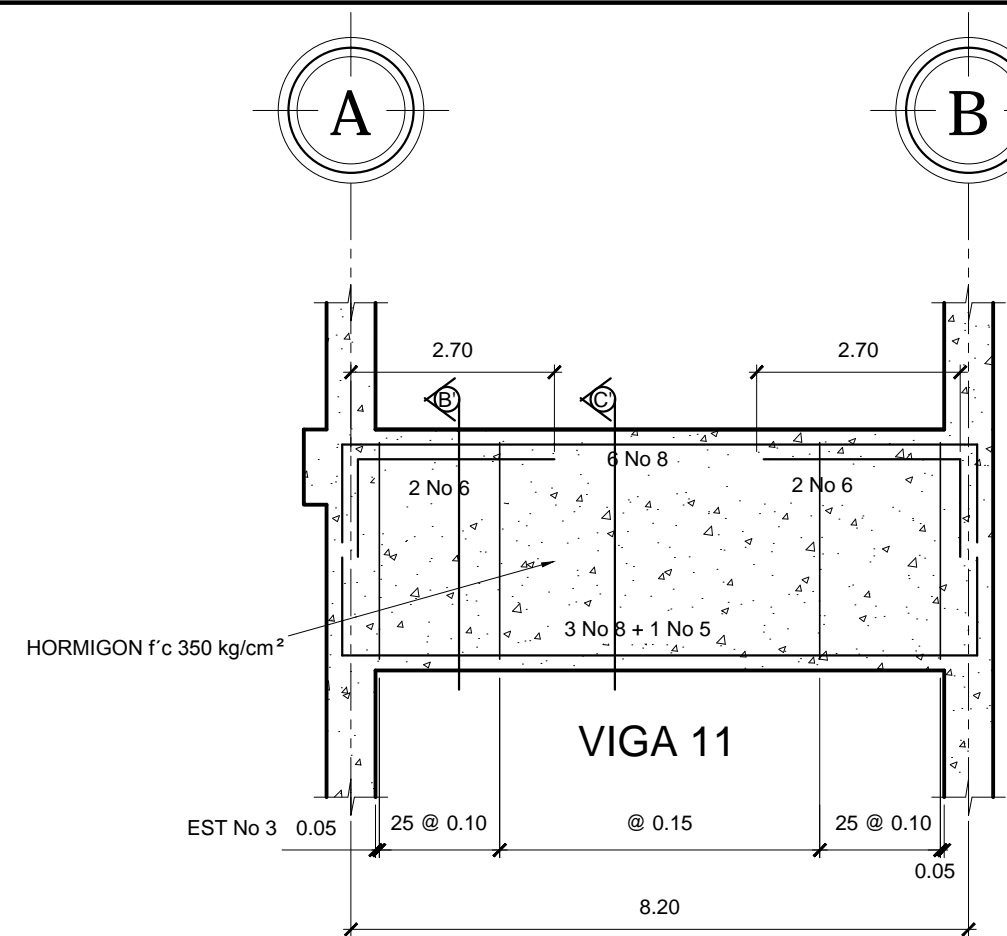
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
DETALLES DE VIGAS MODULO 1: NIVEL: 3, EJES: 2, 3, 5, 6, 7

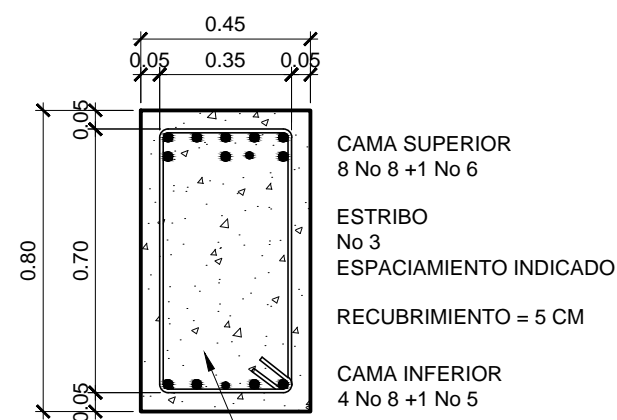
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 31
FECHA: ABRIL DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



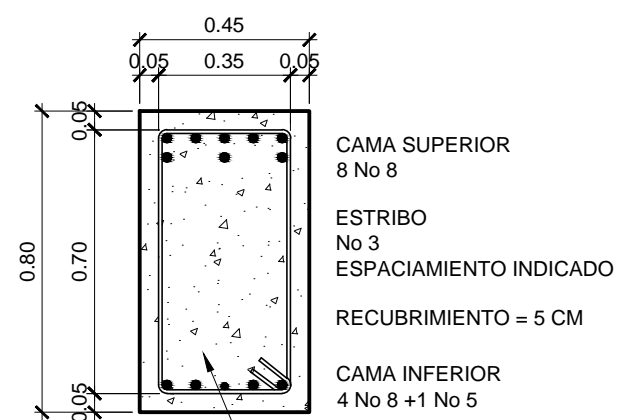
VIGA NIVEL 3, EJE 4

ESCALA HORIZONTAL 1:100
ESCALA VERTICAL 1:25



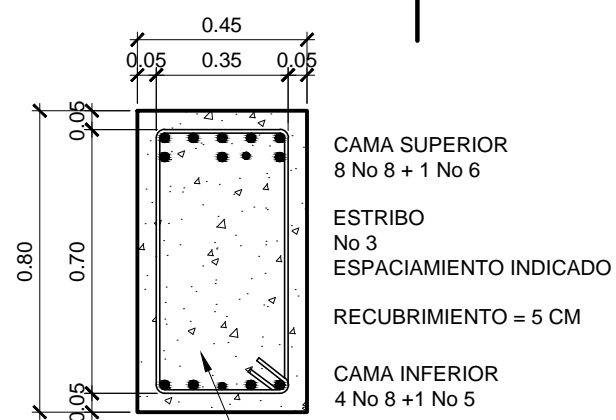
SECCION A

ESCALA 1:20



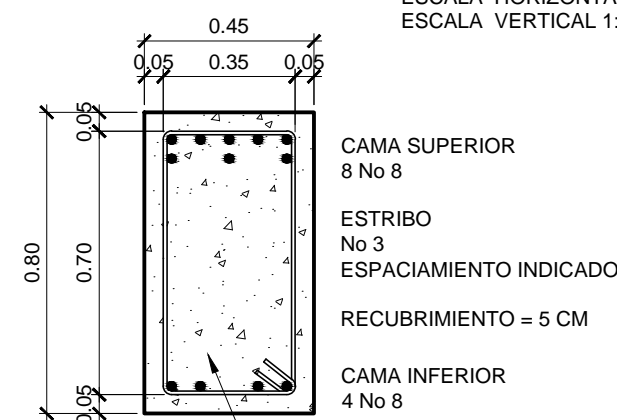
SECCION B

ESCALA 1:20



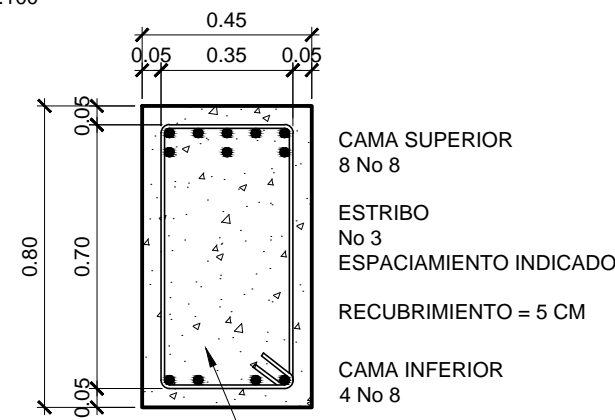
SECCION C

ESCALA 1:20



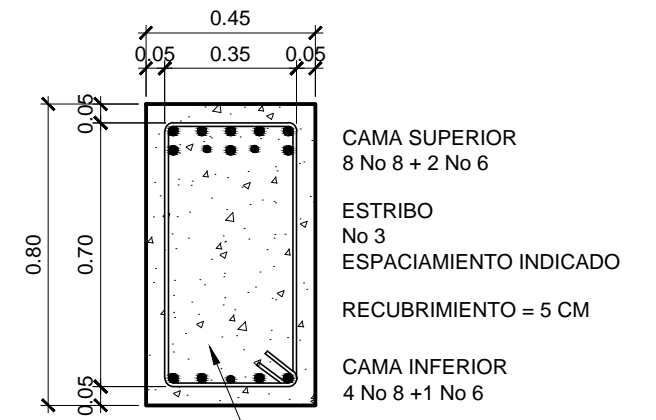
SECCION D

ESCALA 1:20



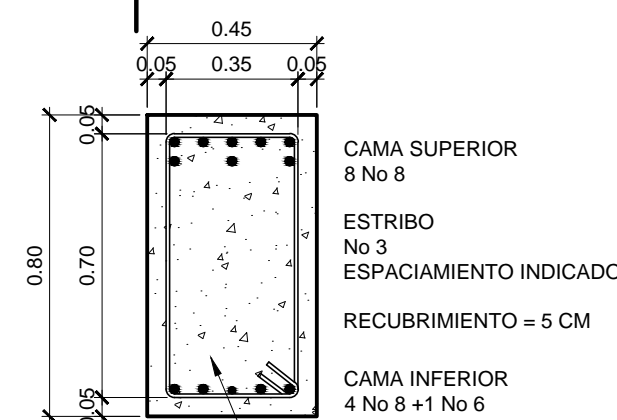
SECCION E

ESCALA 1:20



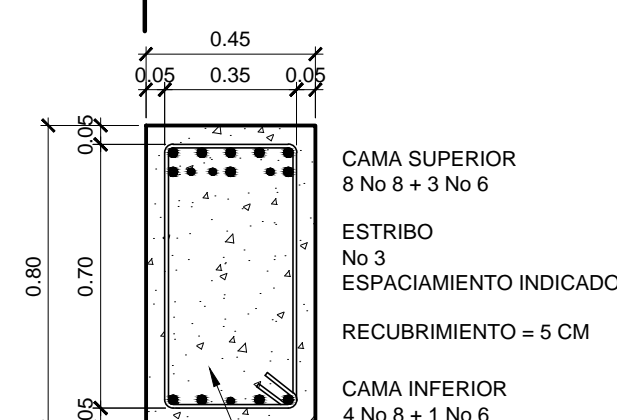
SECCION F

ESCALA 1:20



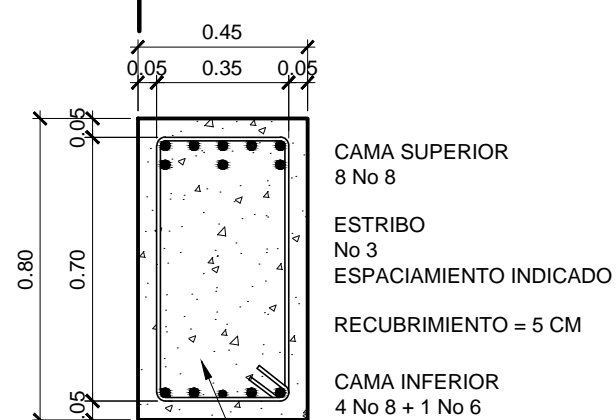
SECCION G

ESCALA 1:20



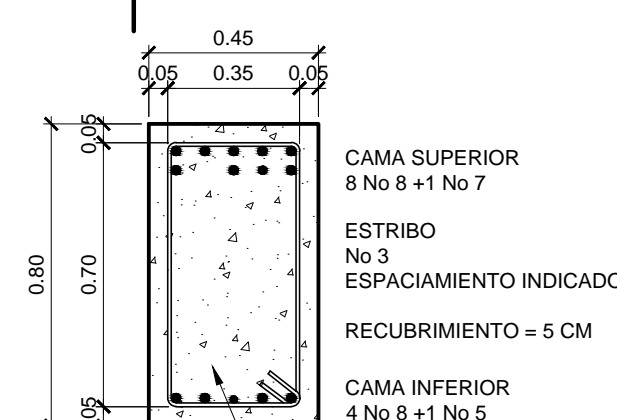
SECCION H

ESCALA 1:20



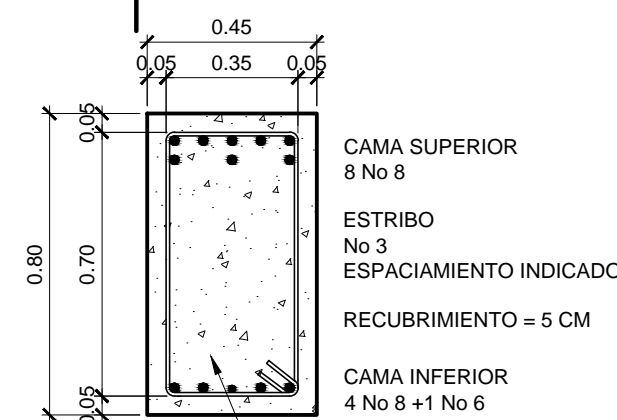
SECCION I

ESCALA 1:20



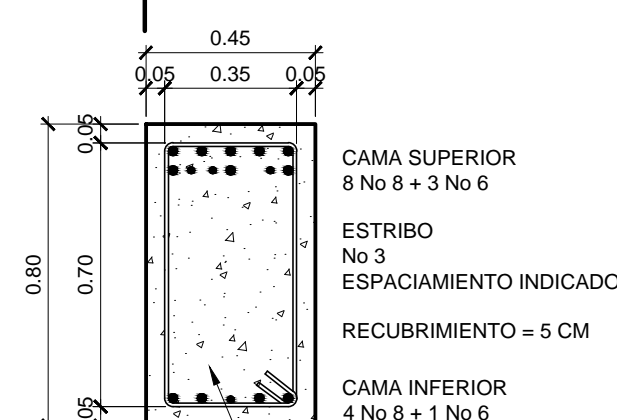
SECCION J

ESCALA 1:20



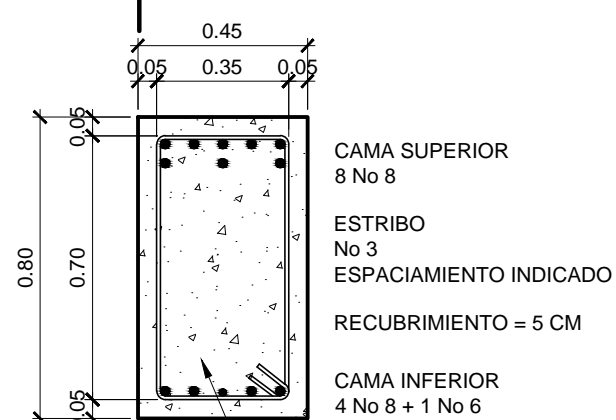
SECCION G

ESCALA 1:20



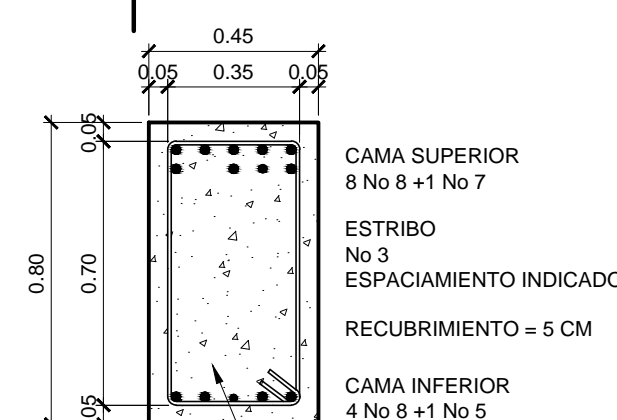
SECCION H

ESCALA 1:20



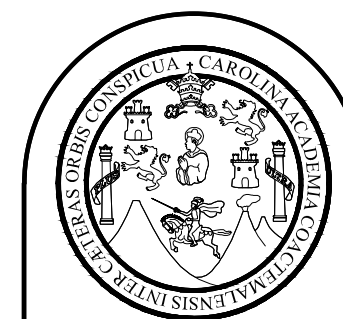
SECCION I

ESCALA 1:20



SECCION J

ESCALA 1:20



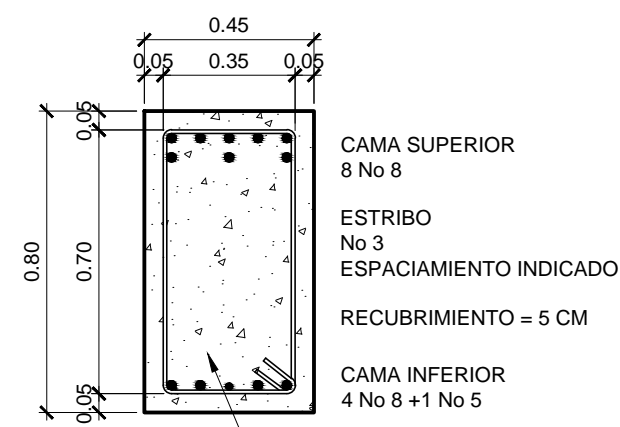
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
DETALLES DE ARMADO DE VIGAS MODULO 1 EJES 12345678

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 32
FECHA: ABRIL DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

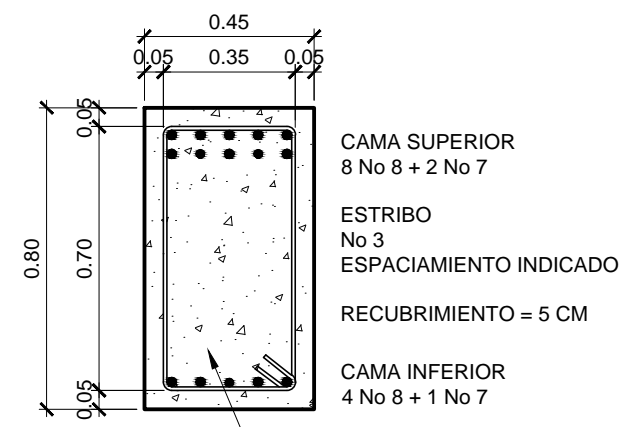
Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



HORMIGON f'c 350 kg/cm²

SECCION K

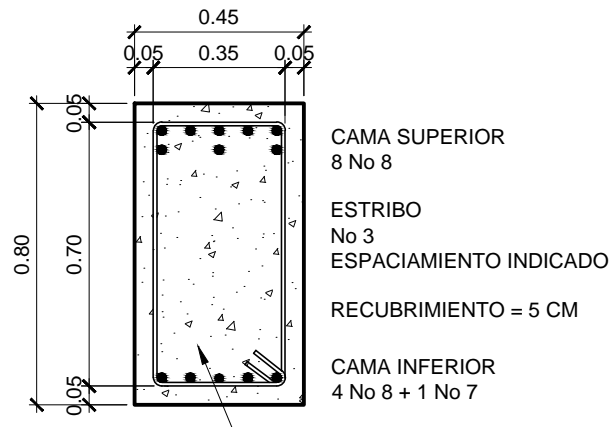
ESCALA 1:20



HORMIGON f'c 350 kg/cm²

SECCION L

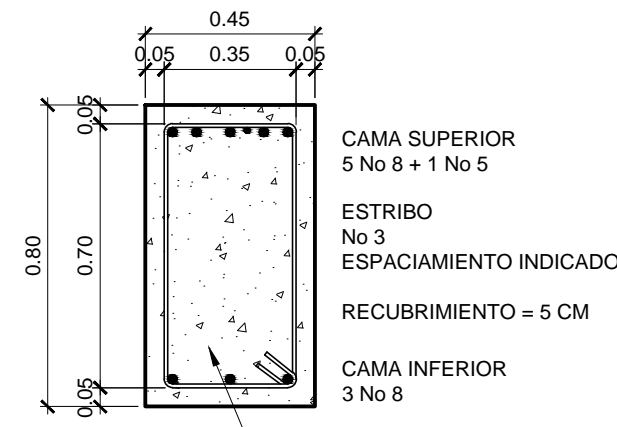
ESCALA 1:20



HORMIGON f'c 350 kg/cm²

SECCION M

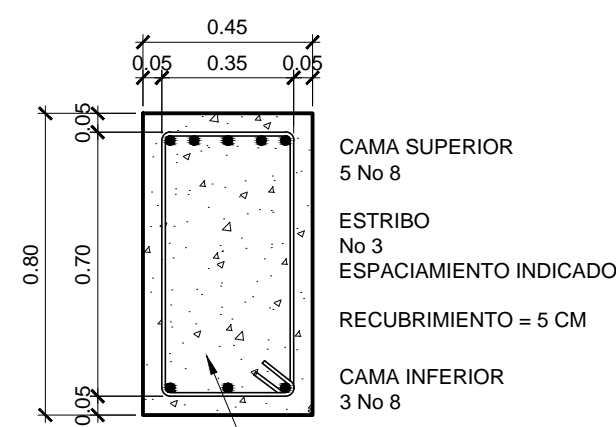
ESCALA 1:20



HORMIGON f'c 350 kg/cm²

SECCION N

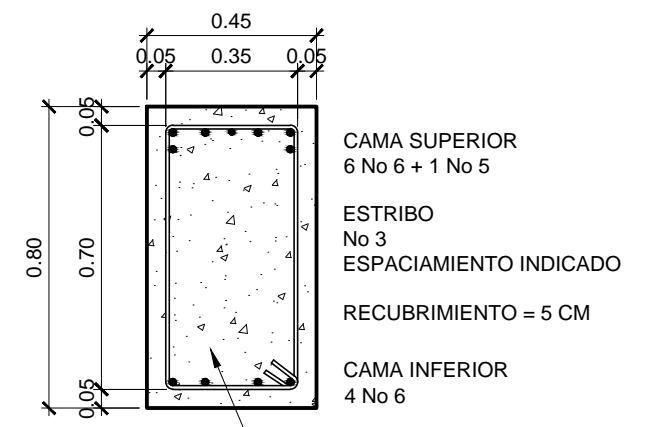
ESCALA 1:20



HORMIGON f'c 350 kg/cm²

SECCION Ñ

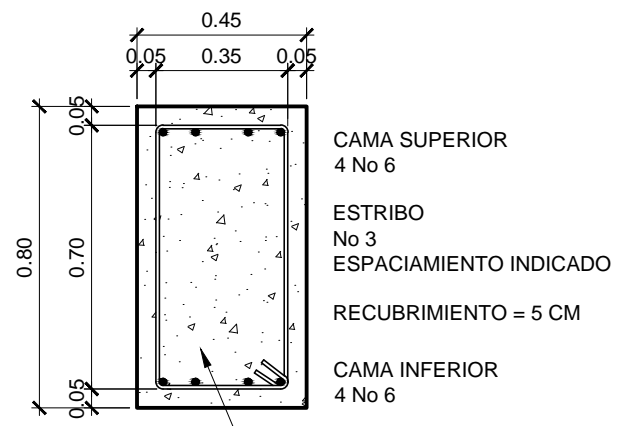
ESCALA 1:20



HORMIGON f'c 350 kg/cm²

SECCION O

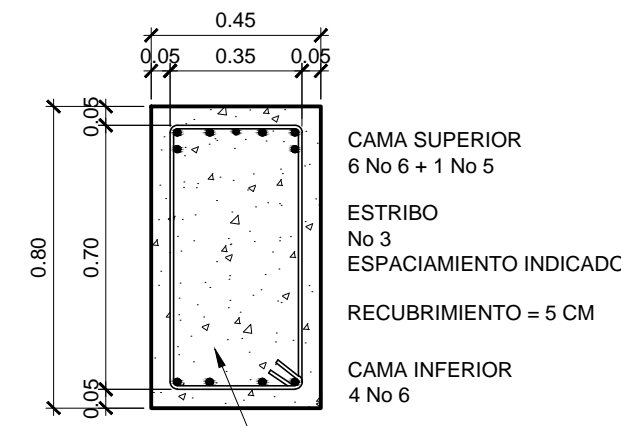
ESCALA 1:20



HORMIGON f'c 350 kg/cm²

SECCION P

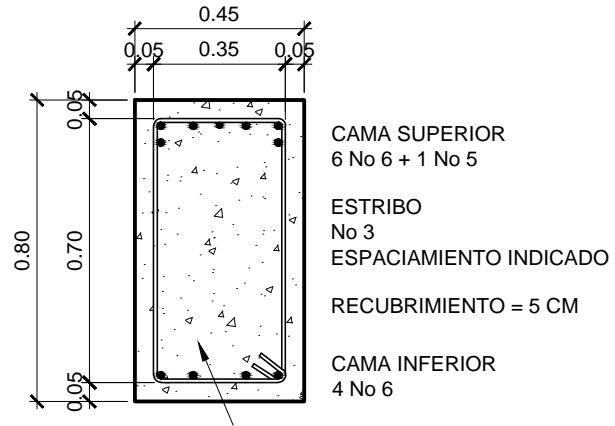
ESCALA 1:20



HORMIGON f'c 350 kg/cm²

SECCION Q

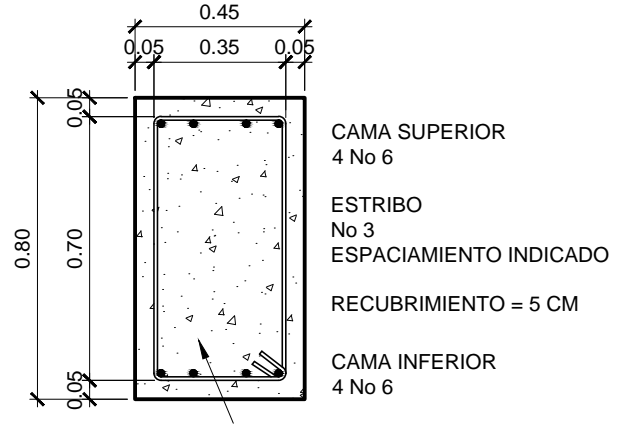
ESCALA 1:20



HORMIGON f'c 350 kg/cm²

SECCION R

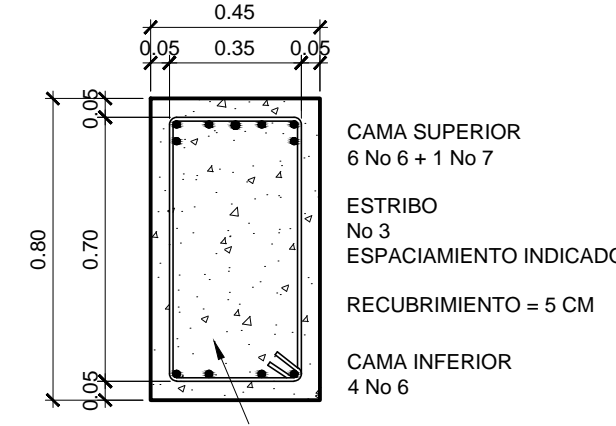
ESCALA 1:20



HORMIGON f'c 350 kg/cm²

SECCION S

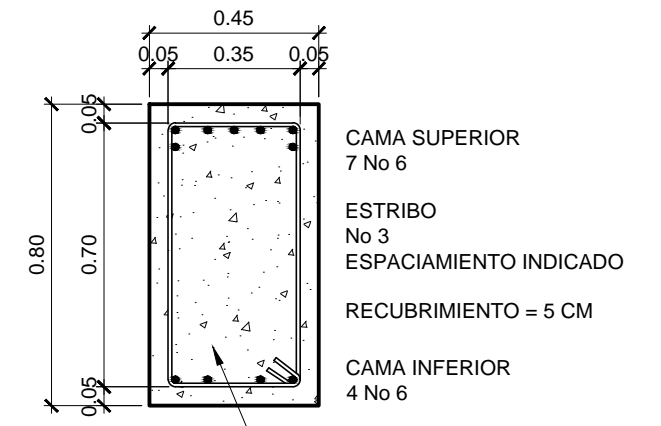
ESCALA 1:20



HORMIGON f'c 350 kg/cm²

SECCION T

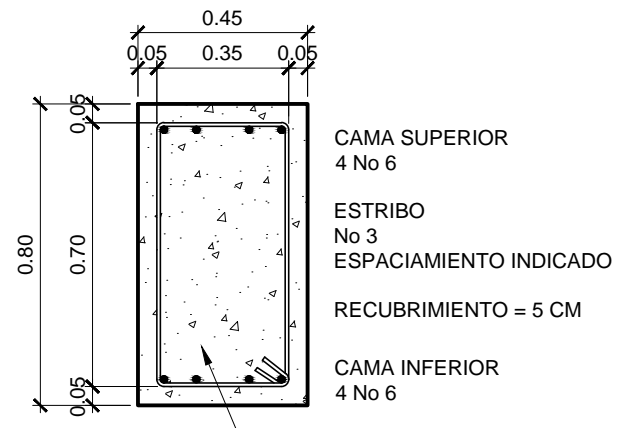
ESCALA 1:20



HORMIGON f'c 350 kg/cm²

SECCION U

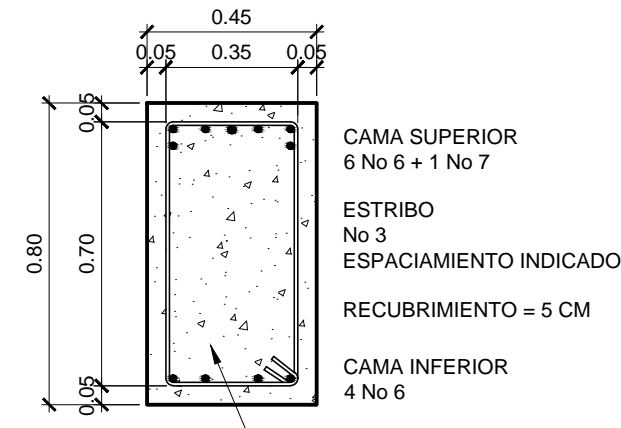
ESCALA 1:20



HORMIGON f'c 350 kg/cm²

SECCION V

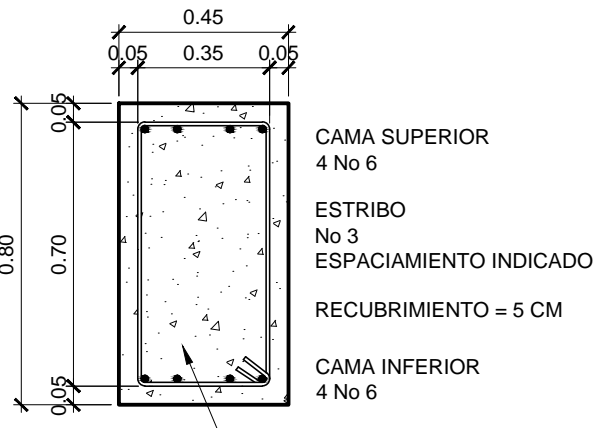
ESCALA 1:20



HORMIGON f'c 350 kg/cm²

SECCION W

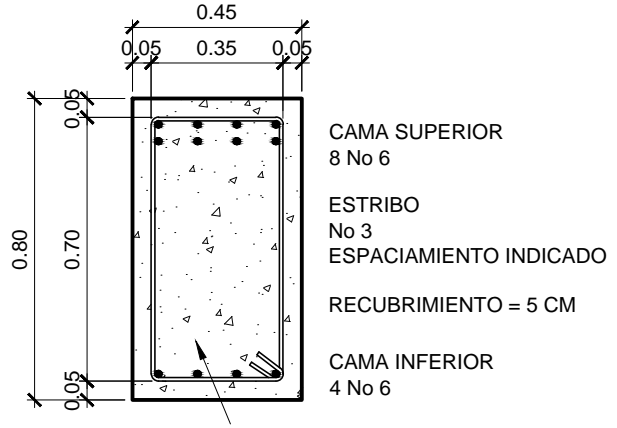
ESCALA 1:20



HORMIGON f'c 350 kg/cm²

SECCION X

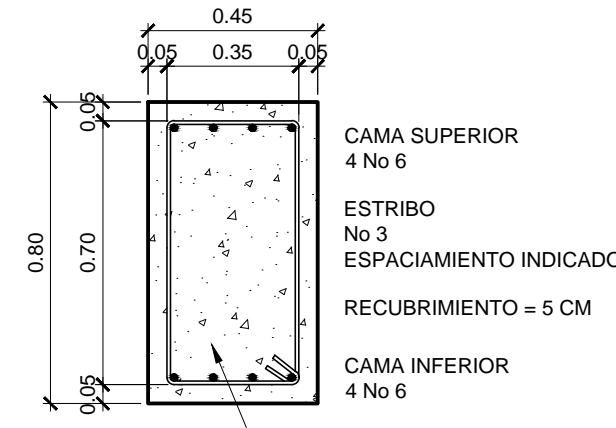
ESCALA 1:20



HORMIGON f'c 350 kg/cm²

SECCION Y

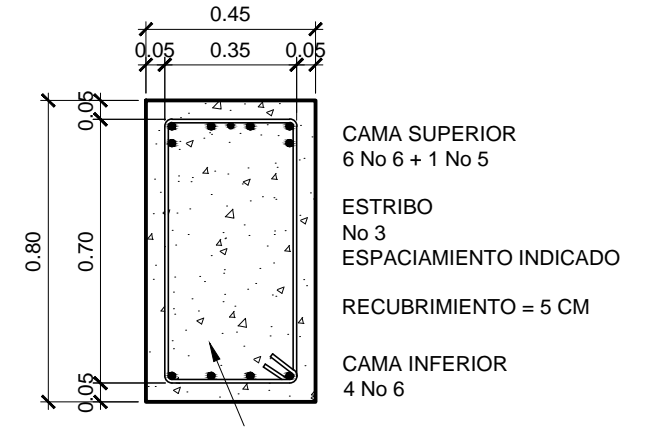
ESCALA 1:20



HORMIGON f'c 350 kg/cm²

SECCION Z

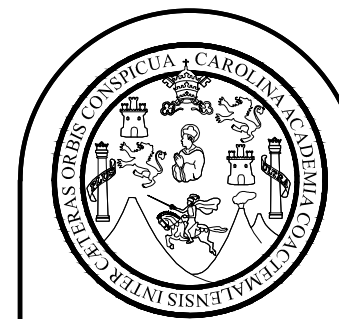
ESCALA 1:20



HORMIGON f'c 350 kg/cm²

SECCION A'

ESCALA 1:20



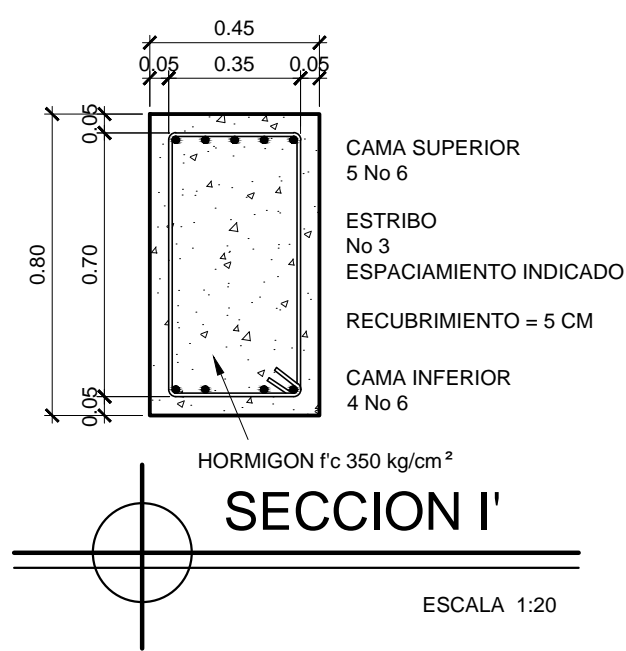
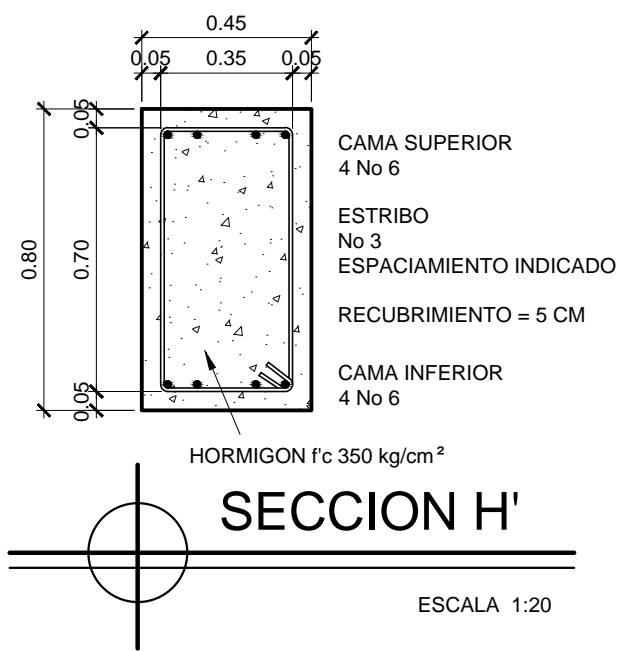
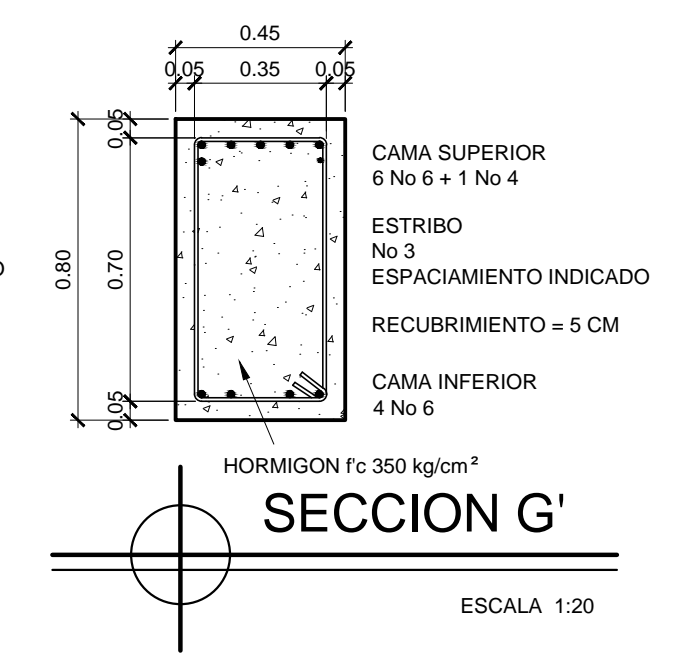
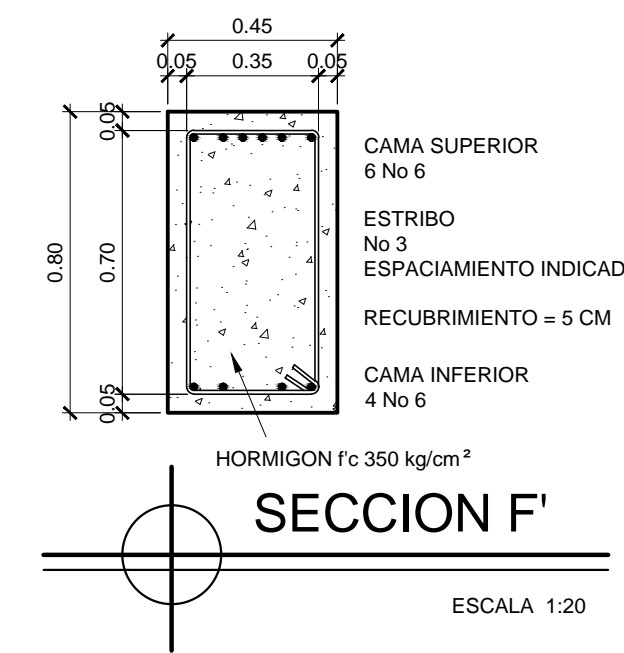
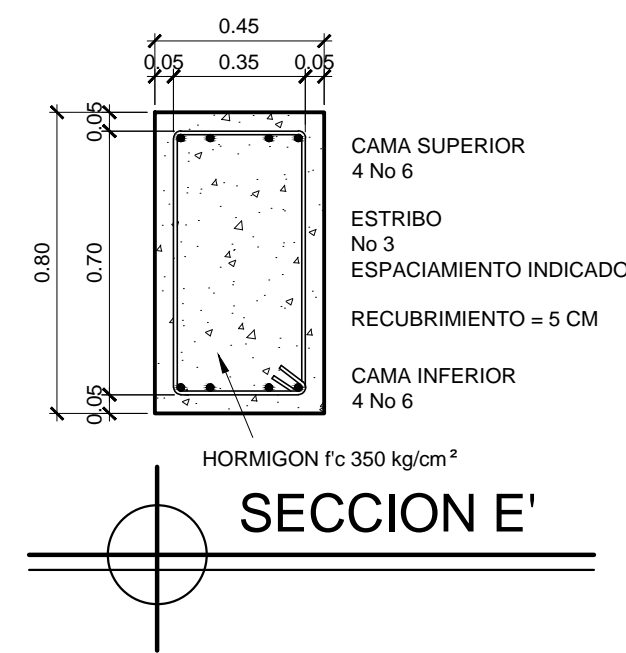
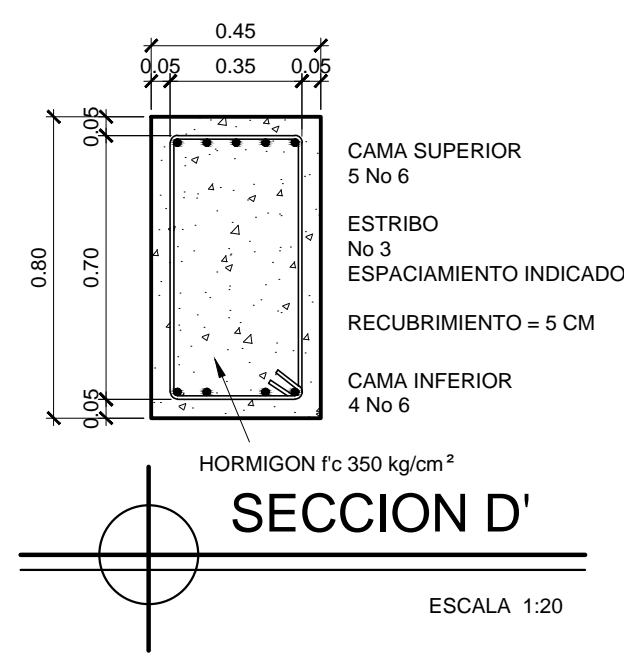
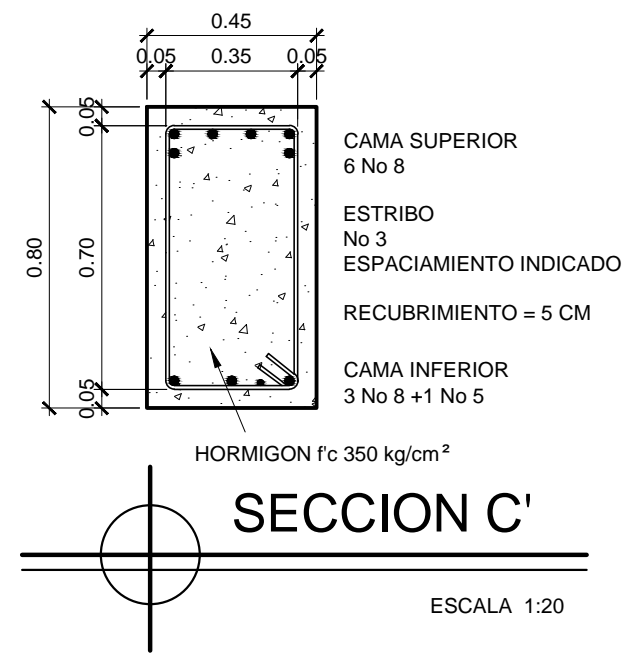
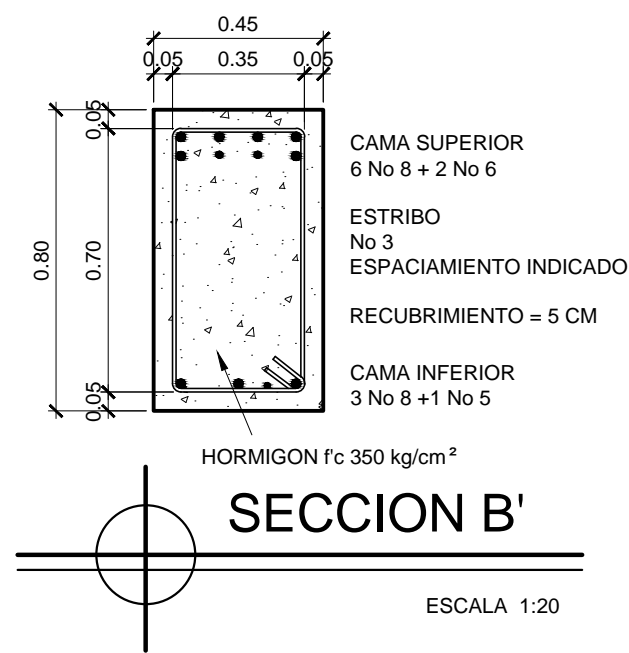
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
DETALLES DE ARMADO DE VIGAS MODULO 1 EJES 12345678

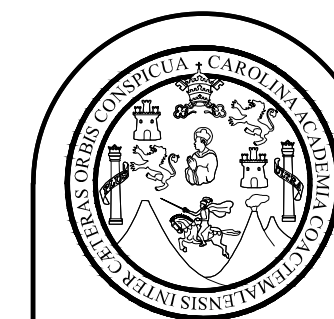
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 33
FECHA: ABRIL DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



ESPECIFICACIONES

1. RESISTENCIA DE CONCRETO $f'_c = 350 \text{ Kg/cm}^2$.
2. RESISTENCIA DEL ACERO $f'_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$.
3. TRASLAPES Y ANCLAJES VER TABLA EN PLANO DE ESPECIFICACIONES GENERALES HOJA 0.



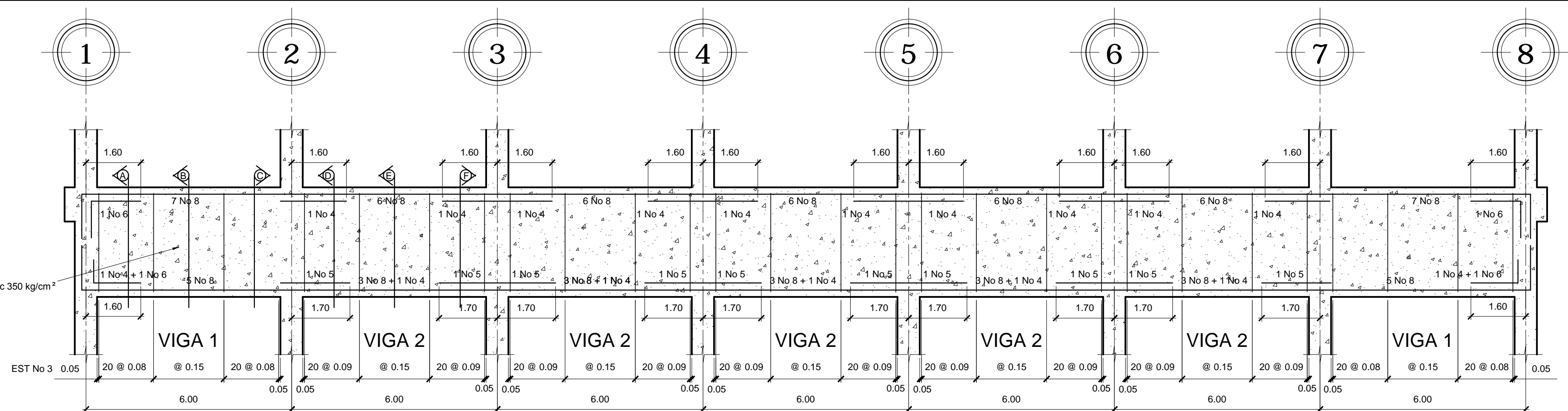
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
DETALLES DE ARMADO DE VIGAS MODULO 1 EJES 12345678

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 34
FECHA: ABRIL DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

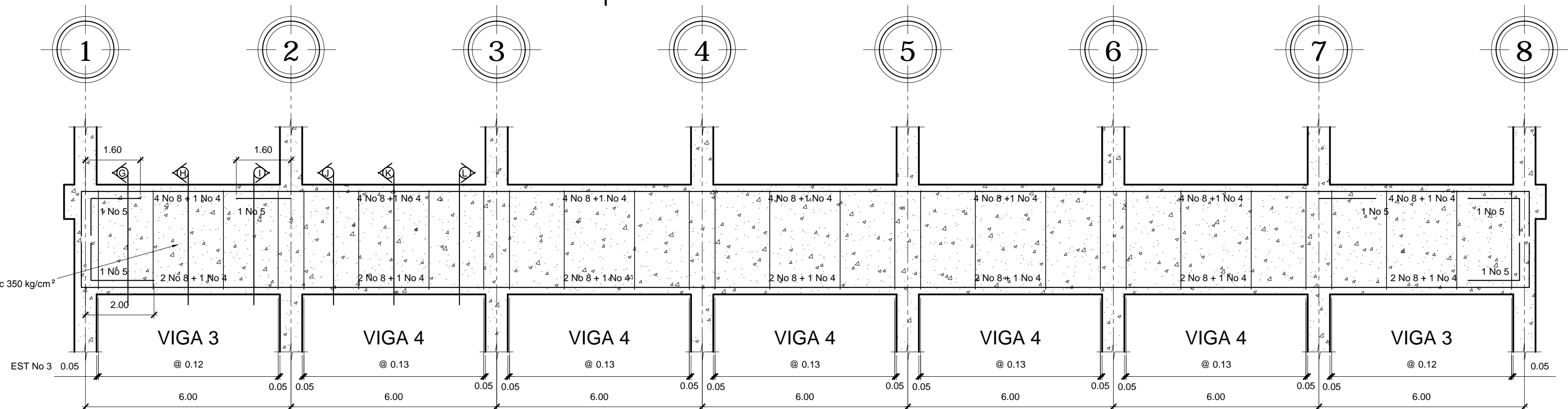
HORMIGON f'c 350 kg/cm²



VIGA NIVEL 1, EJE G, H, I, J Y L

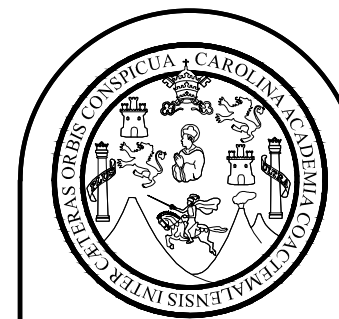
ESCALA HORIZONTAL 1:100
ESCALA VERTICAL 1:25

HORMIGON f'c 350 kg/cm²



VIGA NIVEL 2, EJE G, H, I, J Y L

ESCALA HORIZONTAL 1:100
ESCALA VERTICAL 1:25



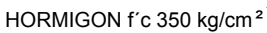
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

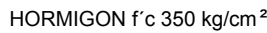
PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
DETALLES DE VIGAS MODULO 2, NIVEL: 1 Y 2 EJES: G, H, I, J, L

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 35 86
FECHA: ABRIL DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



ESCALA HORIZONTAL 1:100
ESCALA VERTICAL 1:25



ESCALA HORIZONTAL 1:100
ESCALA VERTICAL 1:25



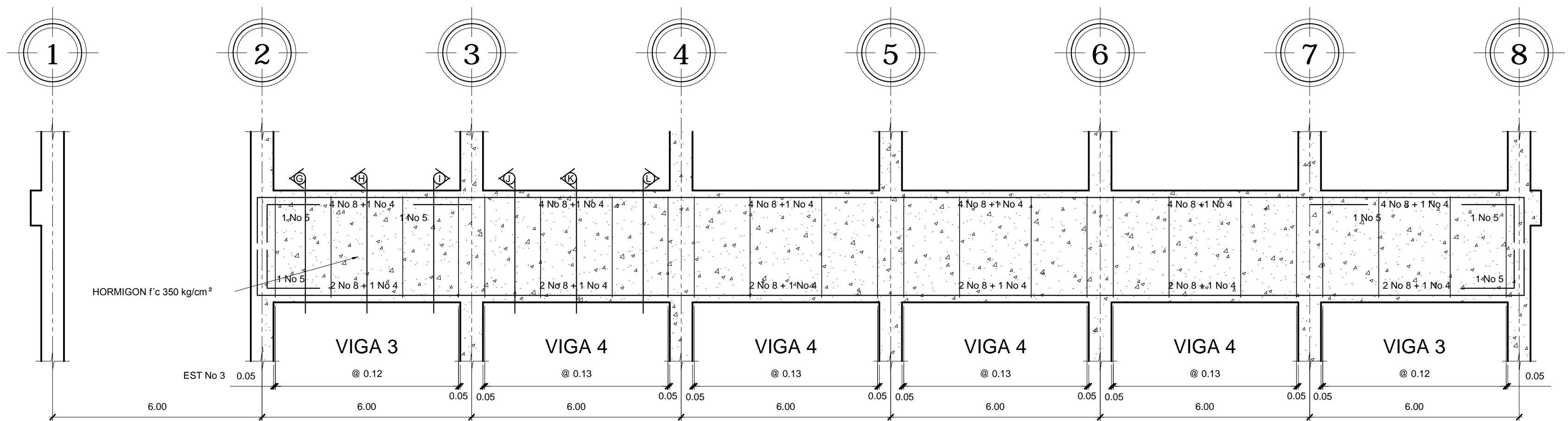
MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO

PLANO DE:
DETALLES DE VIGAS MODULO 2, NIVEL: 1 Y 3 EJES: G, H, I, J, K, L

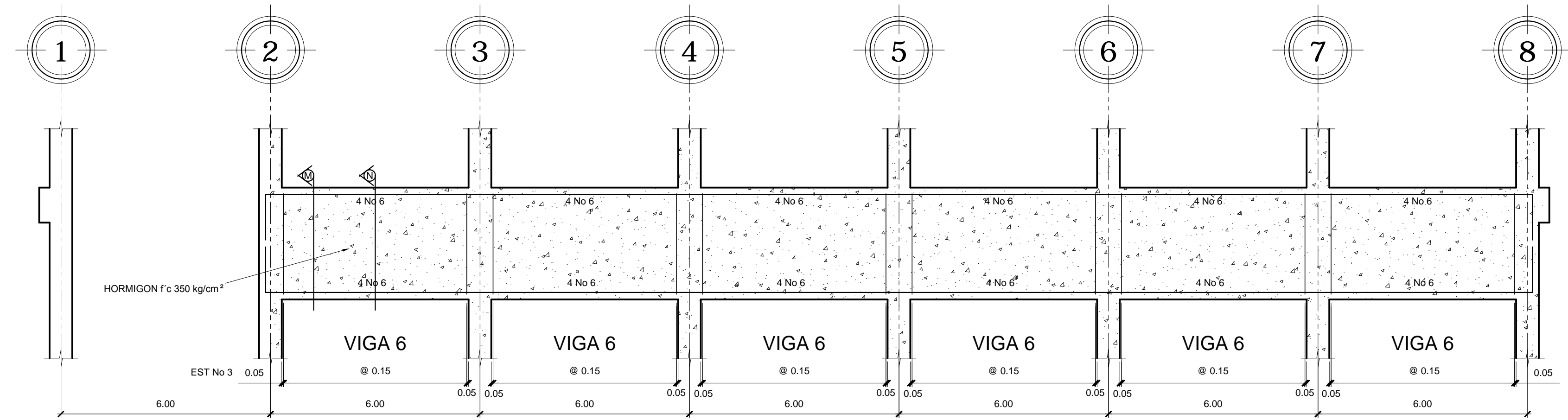
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 36
FECHA: ABRIL DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



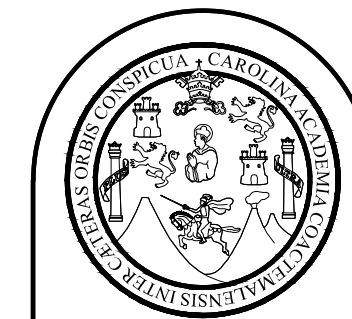
VIGA NIVEL 2, EJE K

ESCALA HORIZONTAL 1:100
ESCALA VERTICAL 1:25



VIGA NIVEL 3, EJE K

ESCALA HORIZONTAL 1:100
ESCALA VERTICAL 1:25



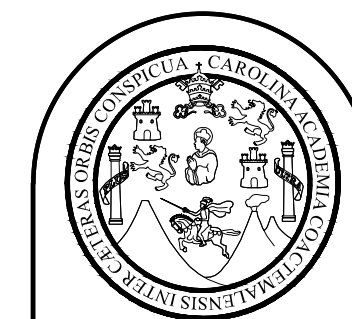
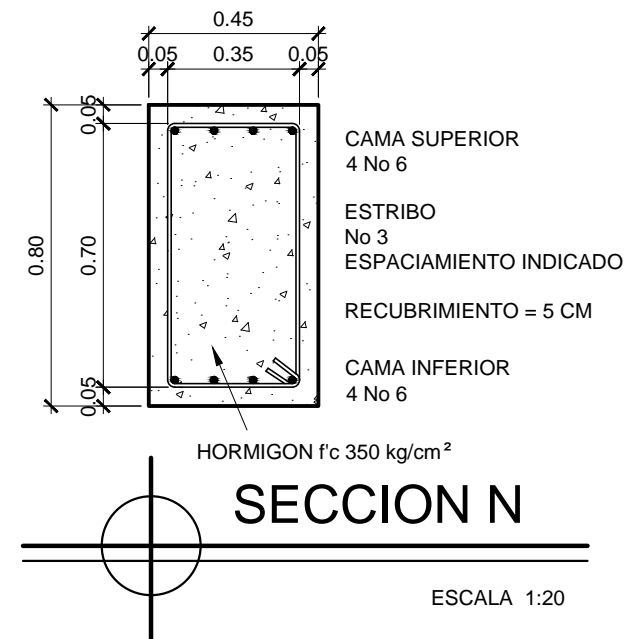
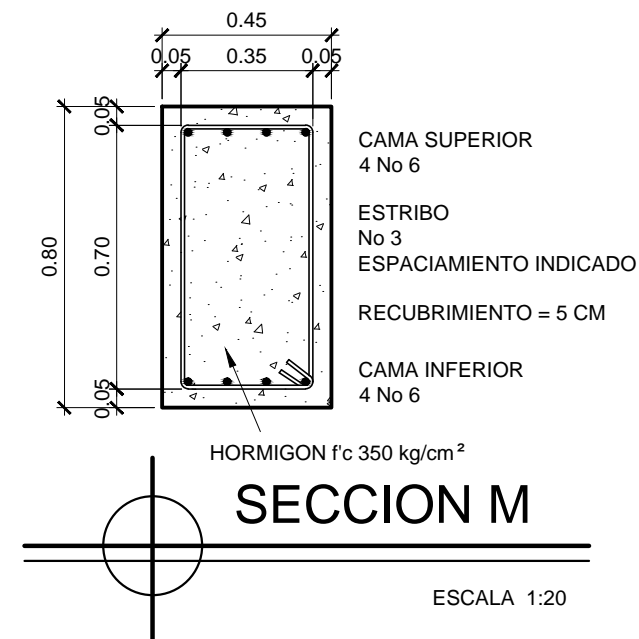
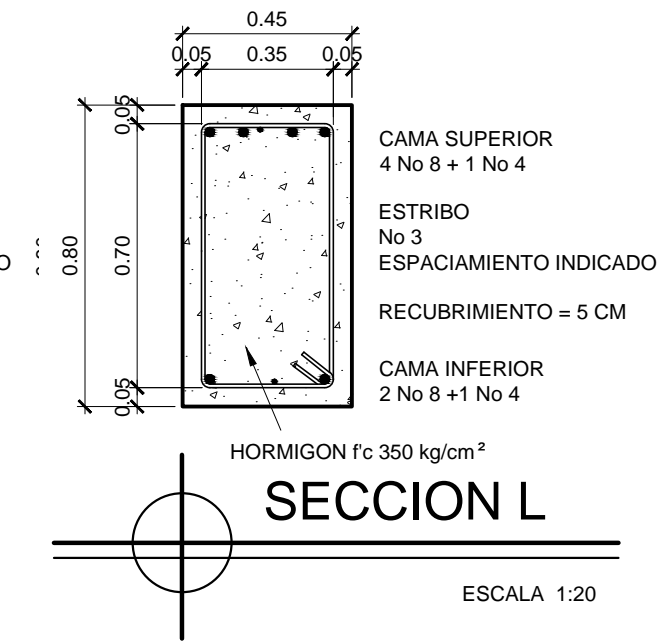
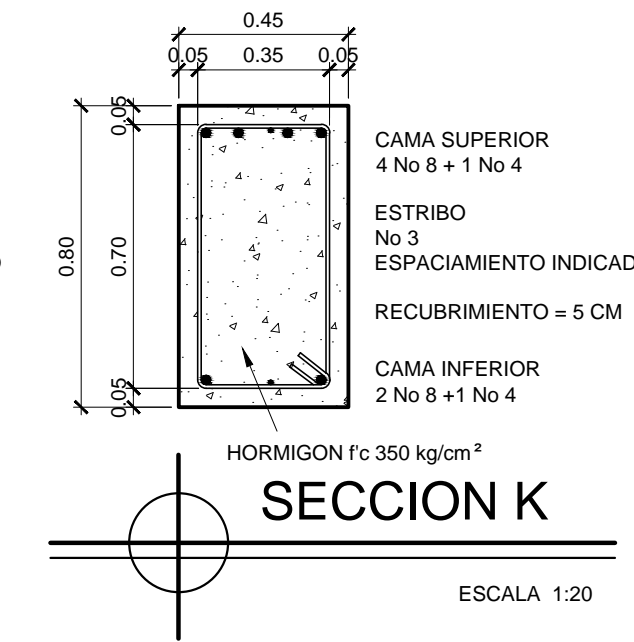
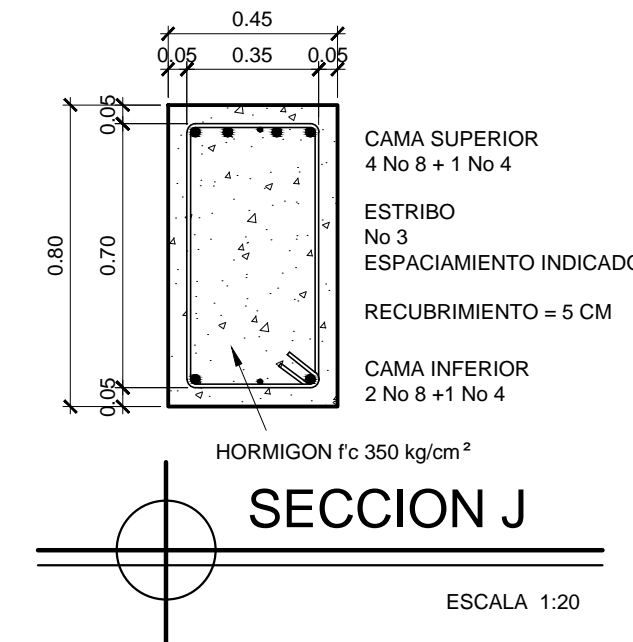
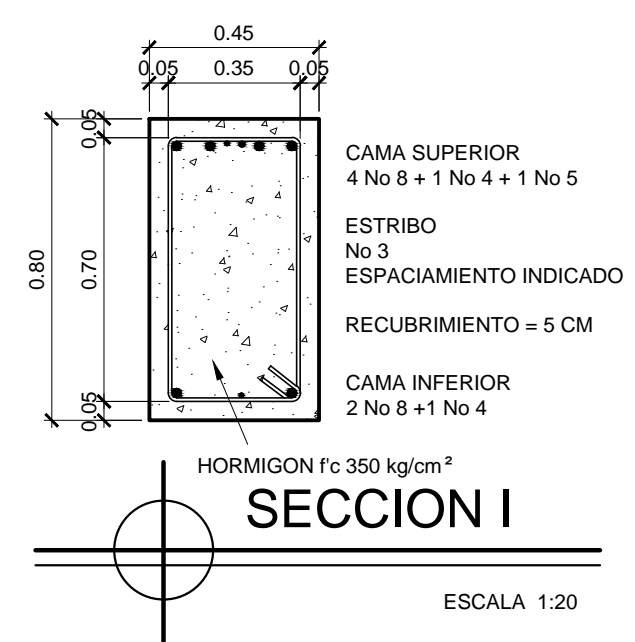
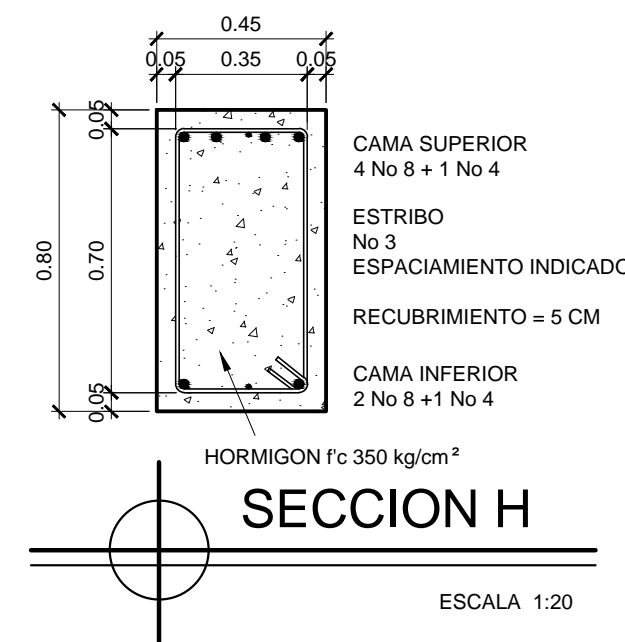
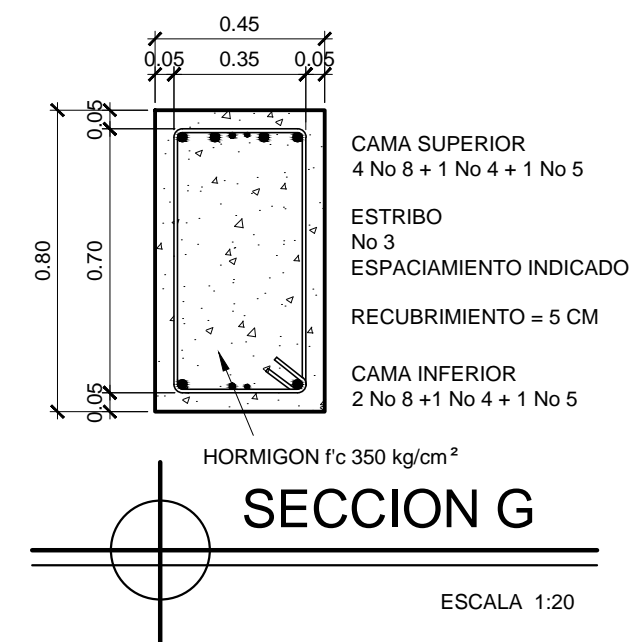
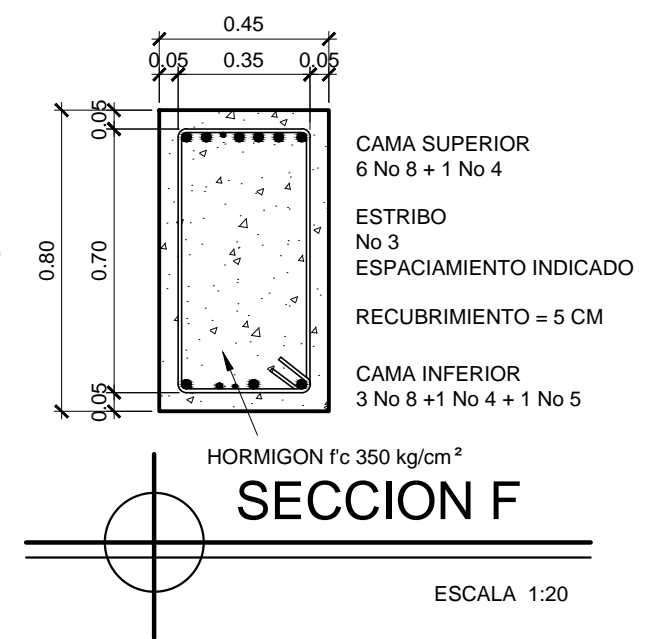
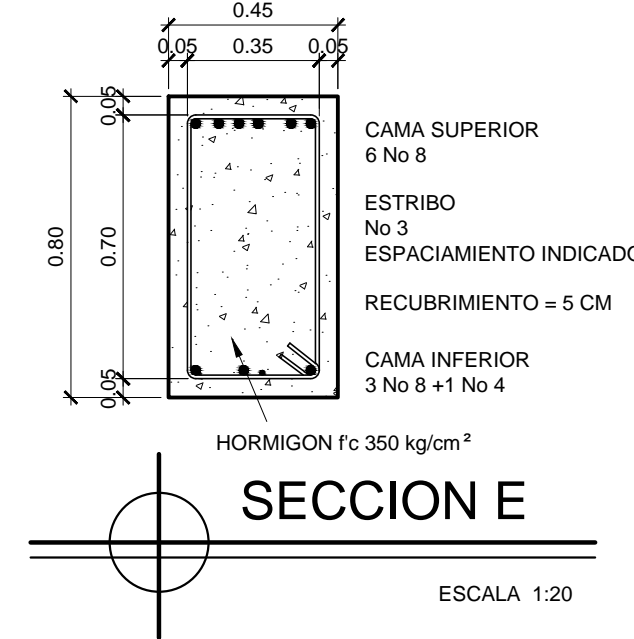
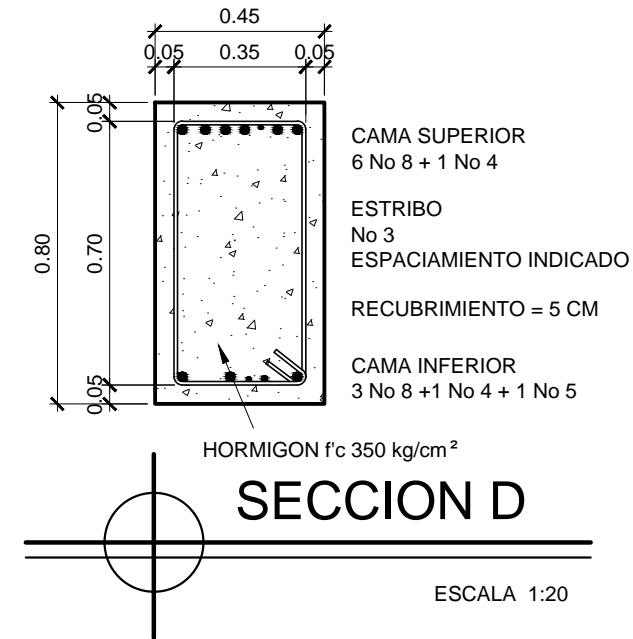
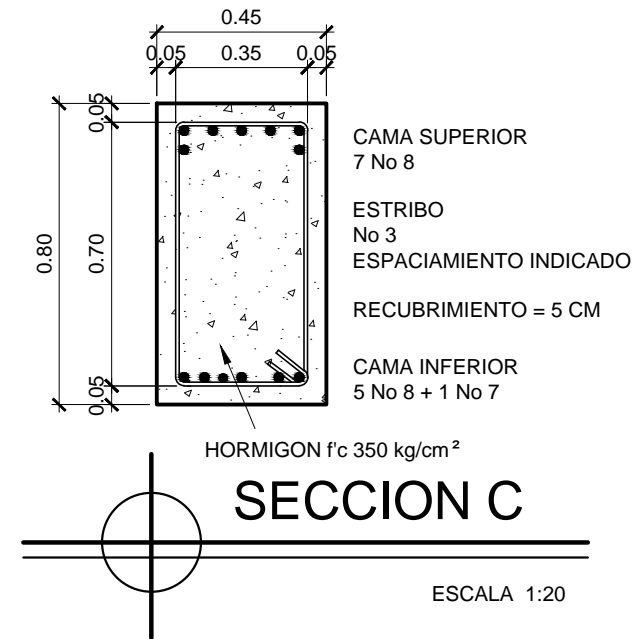
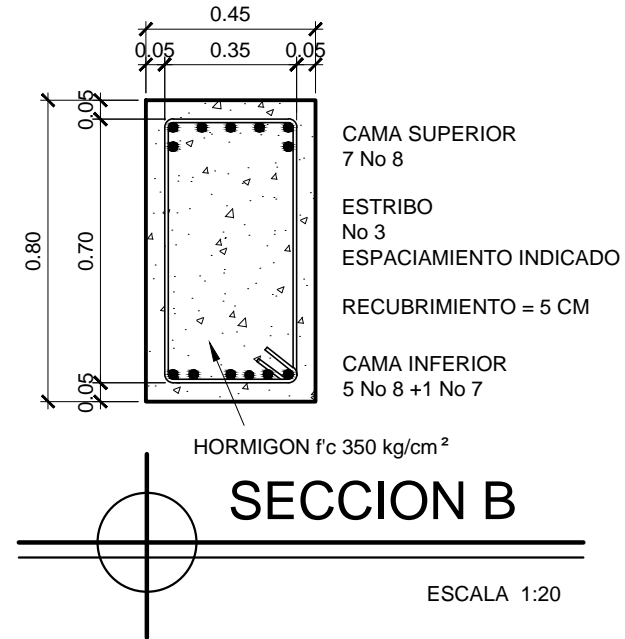
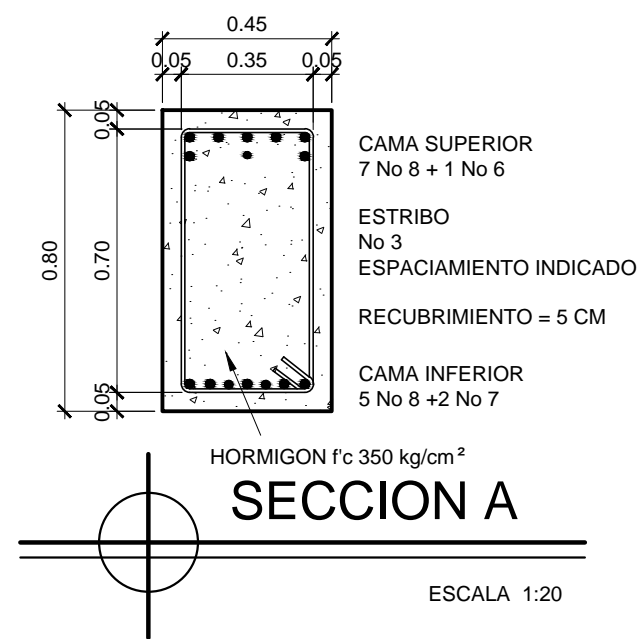
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
DETALLES DE VIGAS MODULO 2, NIVEL: 2 Y 3 EJES: K

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 37
FECHA: ABRIL DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO

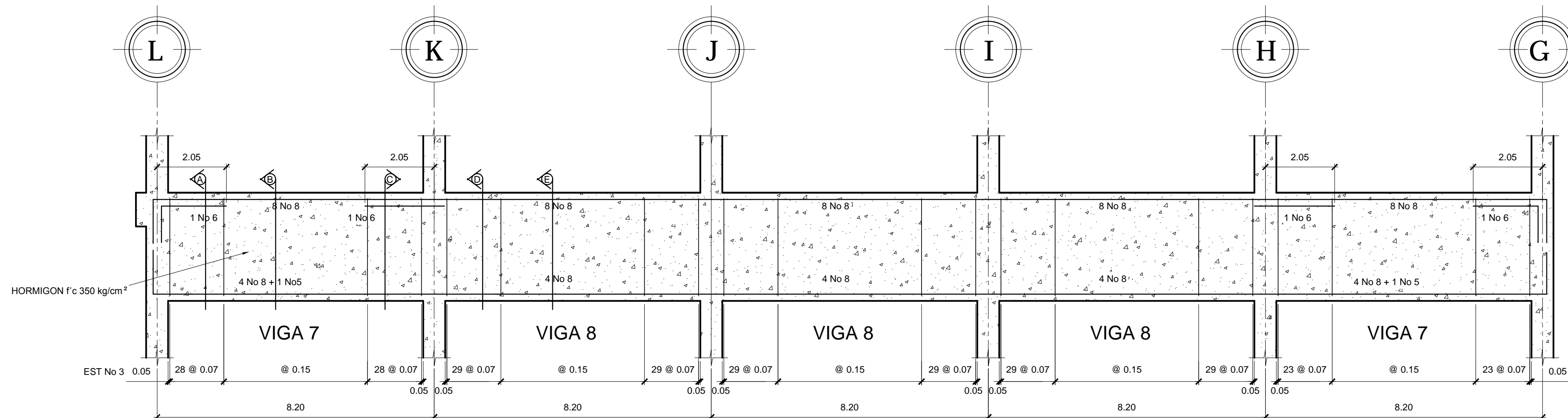


FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

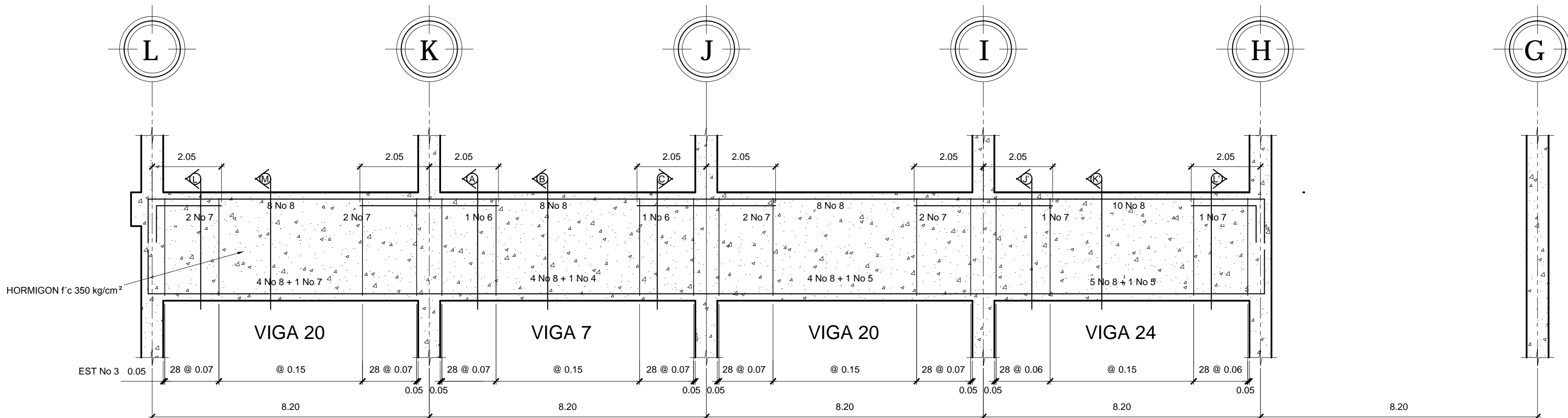
PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
DETALLES DE ARMADO DE VIGAS MODULO 2, EJES GHJL

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 38
FECHA: ABRIL DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86



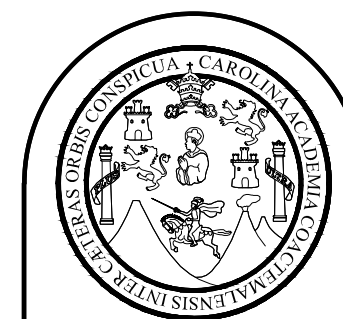
VIGA NIVEL 1, EJE 5, 6, 7 Y 8

ESCALA HORIZONTAL 1:100
ESCALA VERTICAL 1:25



VIGA NIVEL 1, EJE 2

ESCALA HORIZONTAL 1:100
ESCALA VERTICAL 1:25



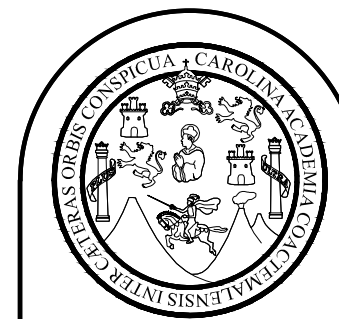
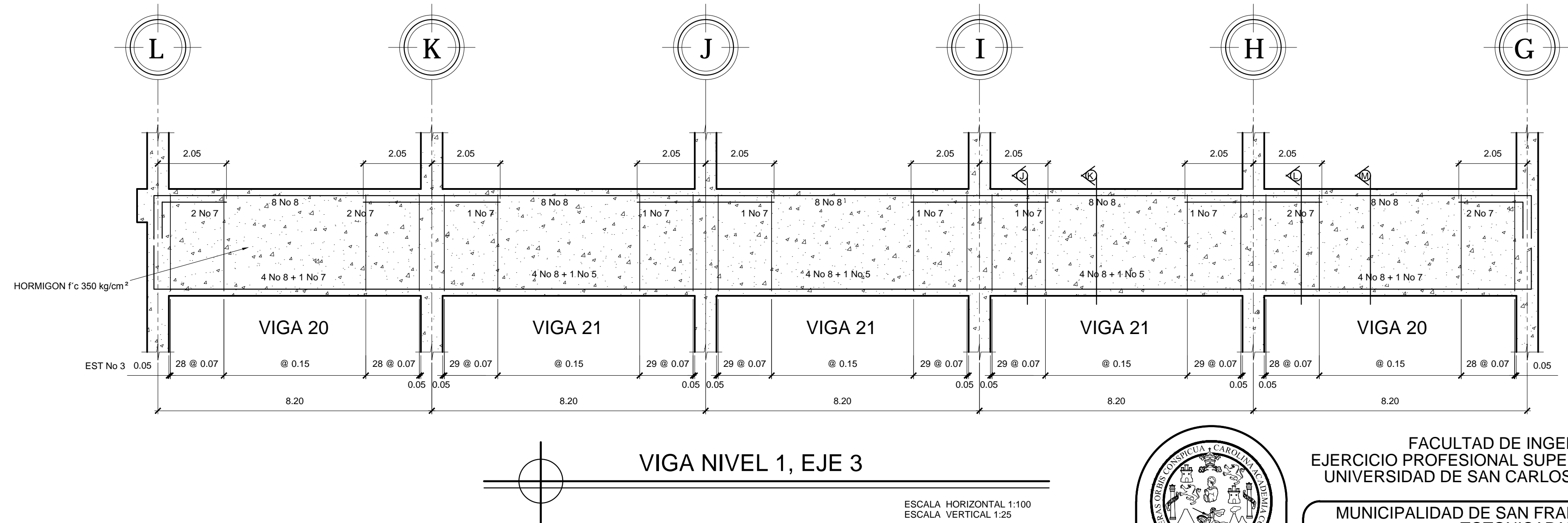
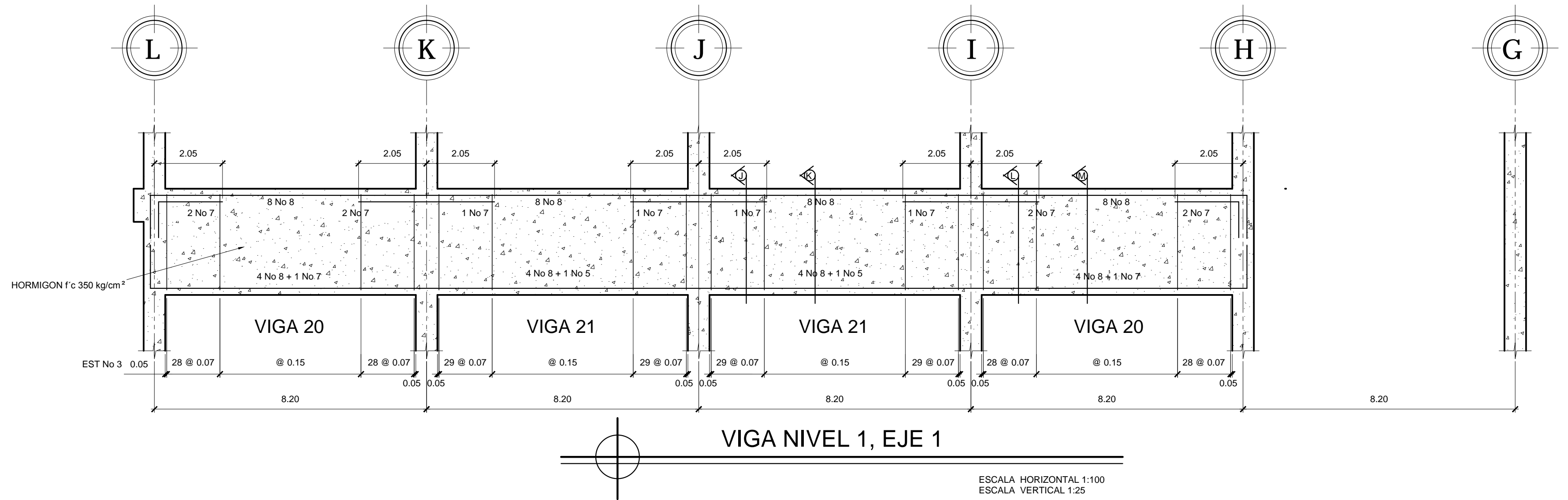
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
DETALLES DE VIGAS MODULO 2, NIVEL: 1 EJES: 2, 5, 6, 7, 8

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 39
FECHA: ABRIL DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



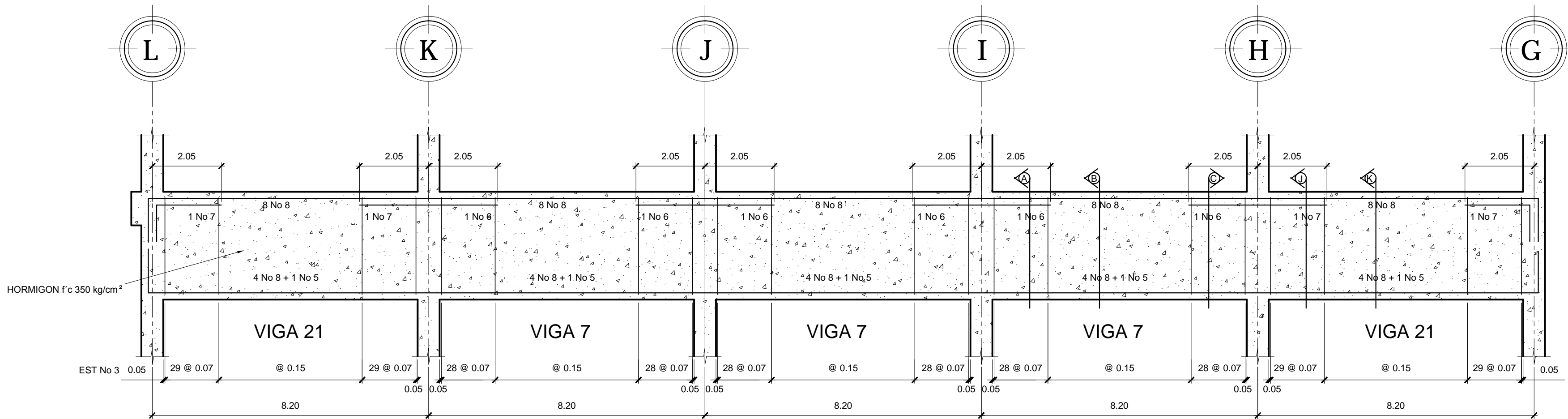
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
DETALLES DE VIGAS MODULO 2, NIVEL: 1 EJES: 1, 3

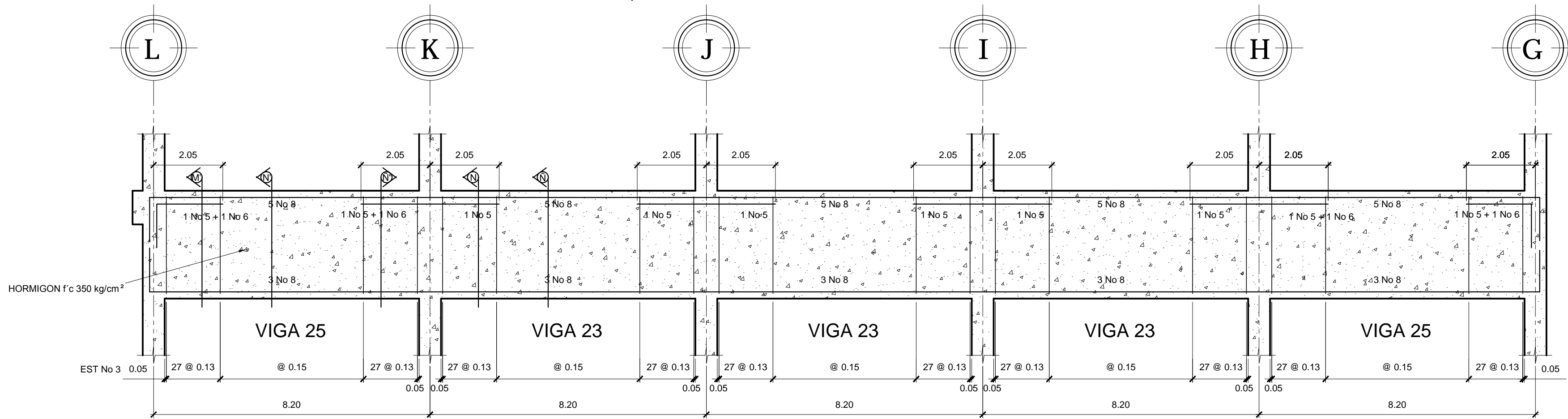
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 40 86
FECHA: ABRIL DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



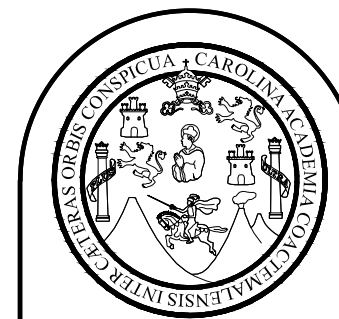
VIGA NIVEL 1, EJE 4

ESCALA HORIZONTAL 1:100
ESCALA VERTICAL 1:25



VIGA NIVEL 2, EJE 1

ESCALA HORIZONTAL 1:100
ESCALA VERTICAL 1:25



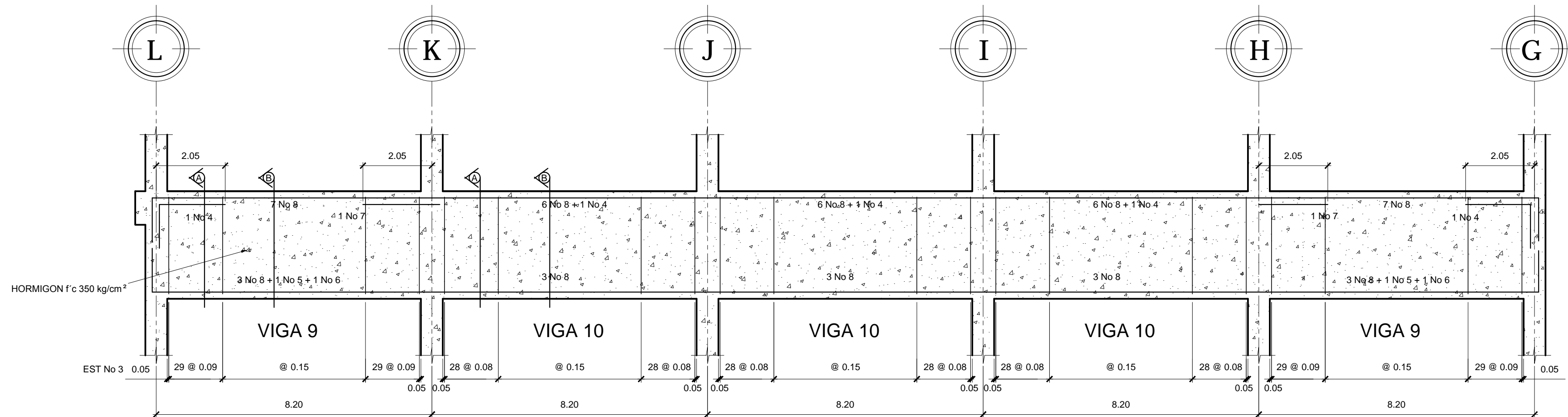
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
DETALLES DE VIGAS MODULO 2, NIVEL: 1 Y 2 EJES: 1, 4

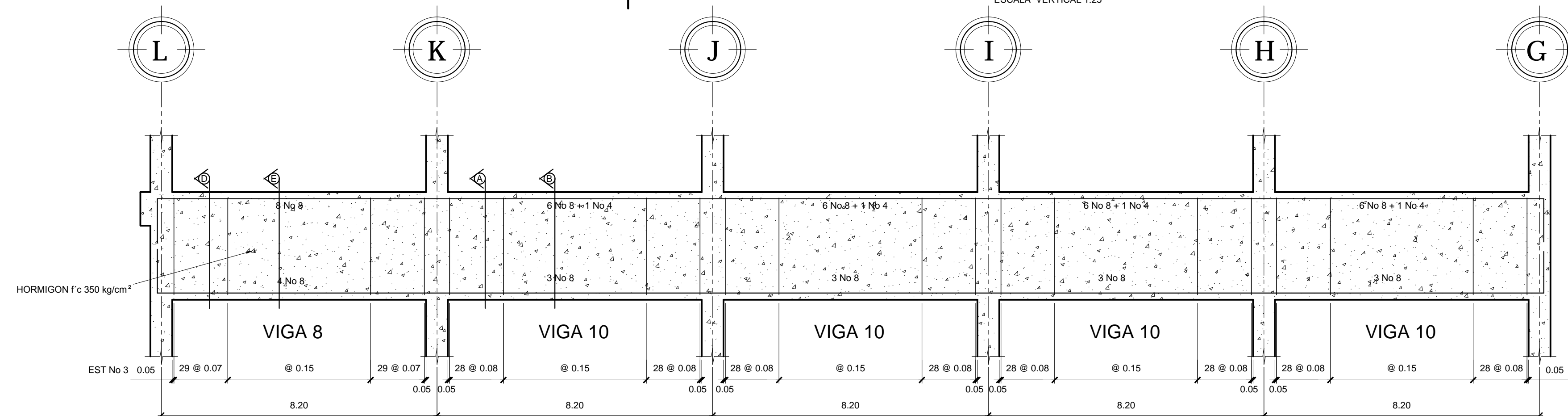
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 41 86
FECHA: ABRIL DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



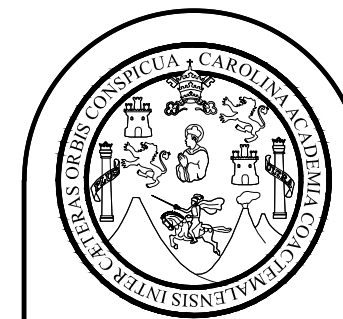
VIGA NIVEL 2, EJE 2, 3, 5, 6 y 7

ESCALA HORIZONTAL 1:100
ESCALA VERTICAL 1:25



VIGA NIVEL 2, EJE 4

ESCALA HORIZONTAL 1:100
ESCALA VERTICAL 1:25



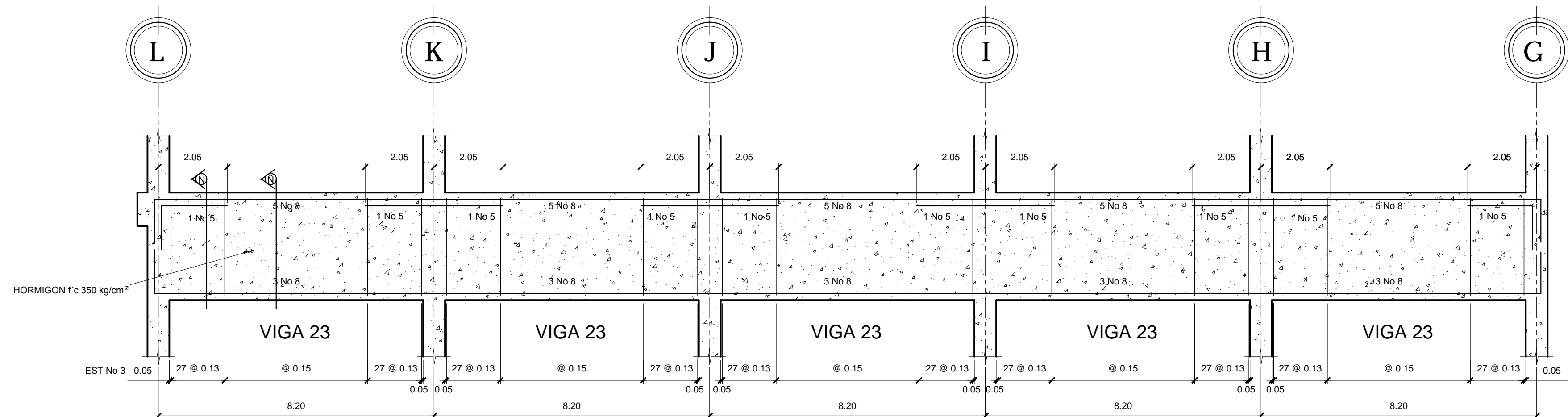
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
DETALLES DE VIGAS MODULO 2, NIVEL: 2 EJES: 2, 3, 4, 5, 6, 7

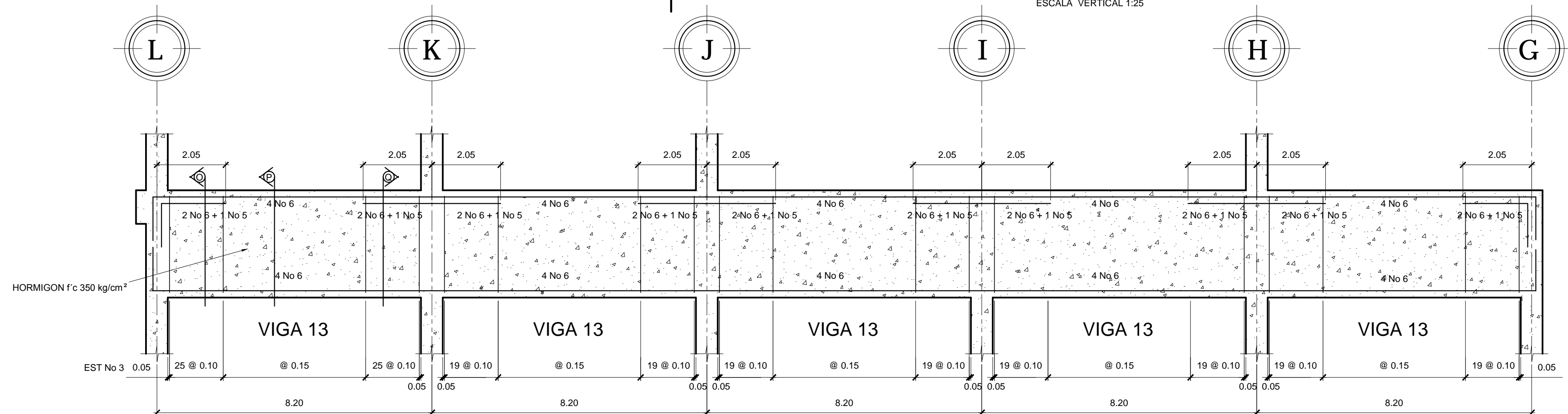
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 42
FECHA: ABRIL DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



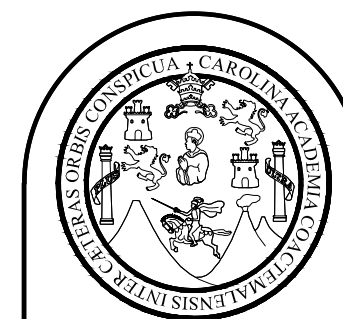
VIGA NIVEL 2, EJE 8

ESCALA HORIZONTAL 1:100
ESCALA VERTICAL 1:25



VIGA NIVEL 3, EJE 1 y 8

ESCALA HORIZONTAL 1:100
ESCALA VERTICAL 1:25

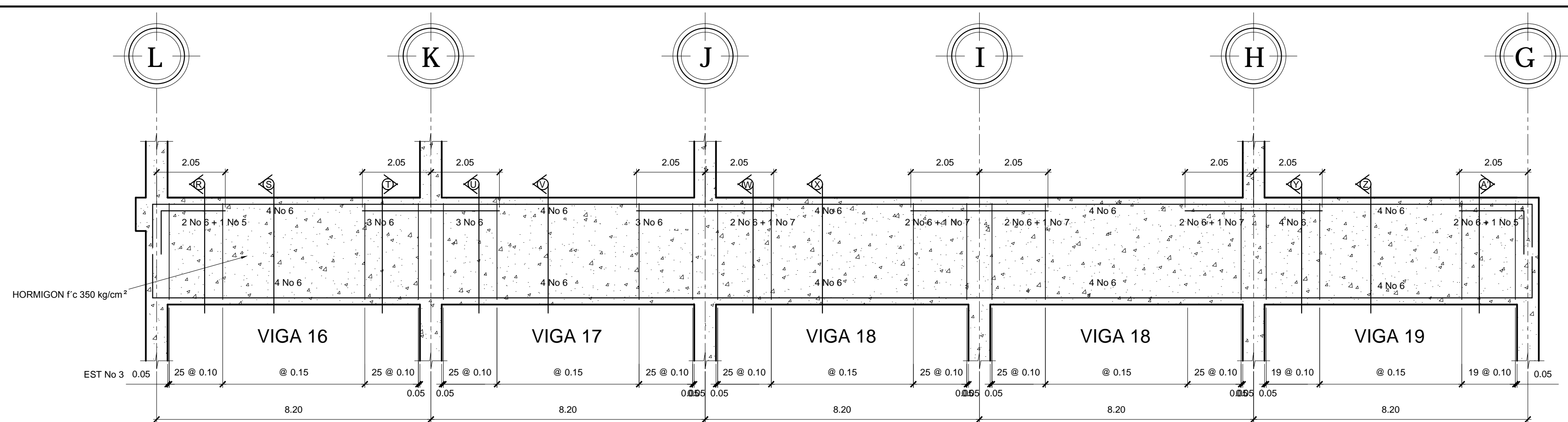


FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

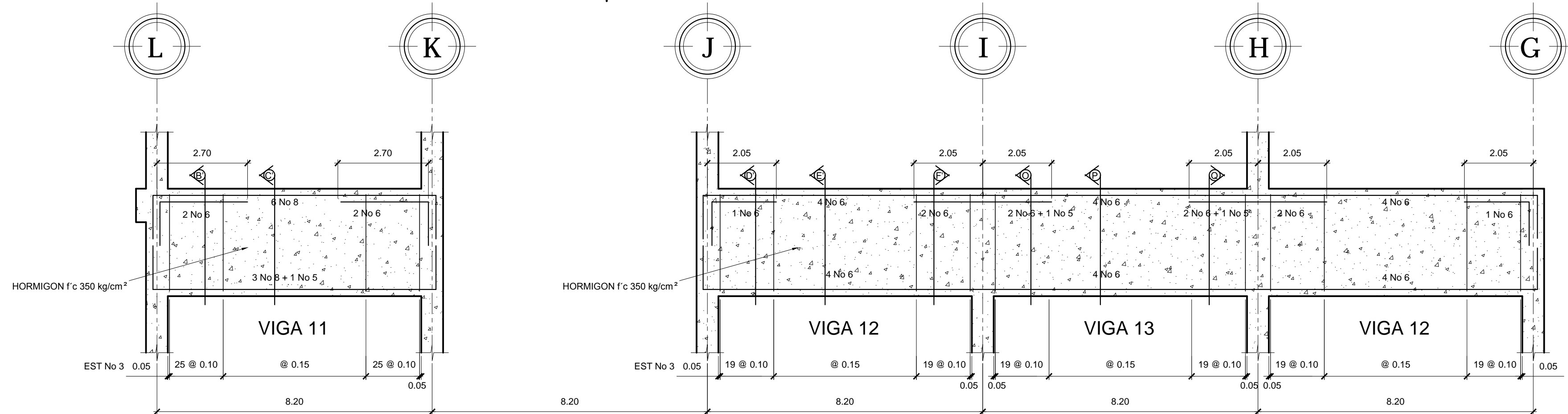
PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
DETALLES DE VIGAS MODULO 2, NIVEL: 2 y 3 EJES: 1, 8

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 43
FECHA: ABRIL DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86



VIGA NIVEL 3, EJE 2, 3 y 7

ESCALA HORIZONTAL 1:100
ESCALA VERTICAL 1:25



VIGA NIVEL 3, EJE 5 y 6

ESCALA HORIZONTAL 1:100
ESCALA VERTICAL 1:25



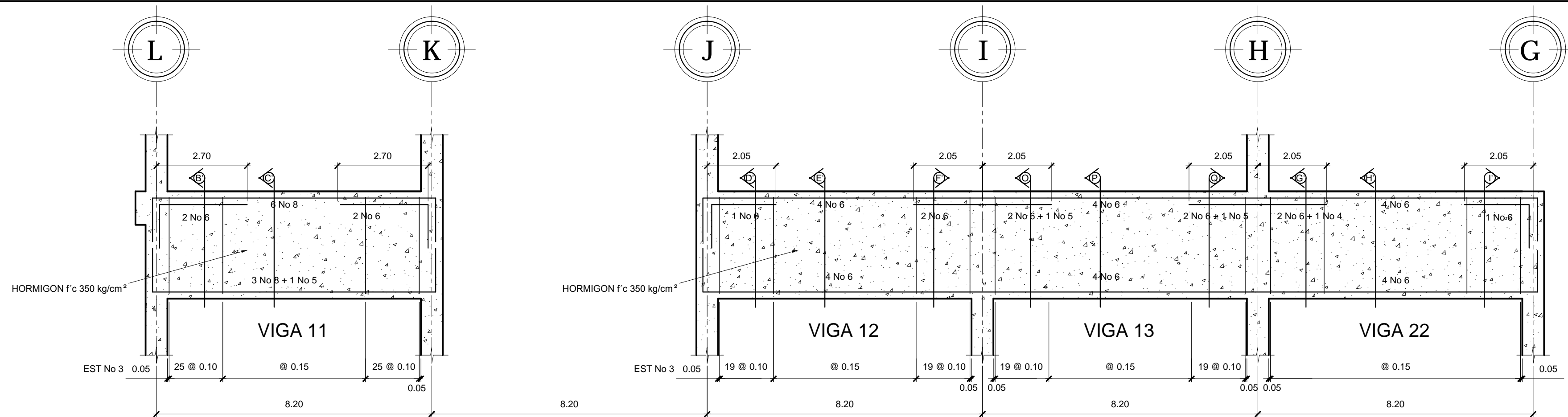
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
DETALLES DE VIGAS MODULO 2, NIVEL: 3 EJES: 2, 3, 5, 6, 7

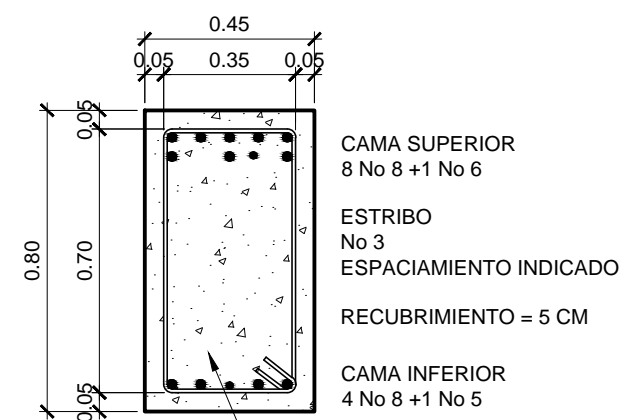
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 44
FECHA: ABRIL DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



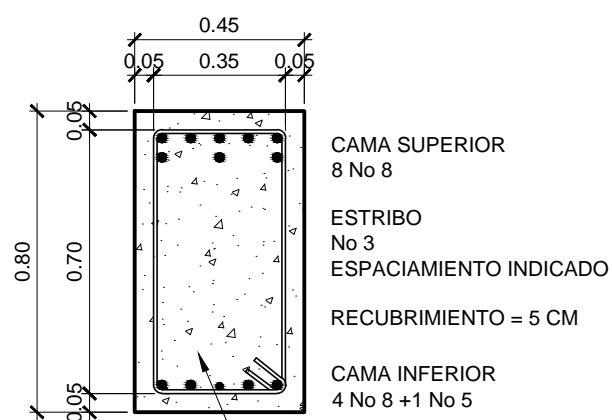
VIGA NIVEL 3, EJE 4

ESCALA HORIZONTAL 1:100
ESCALA VERTICAL 1:25



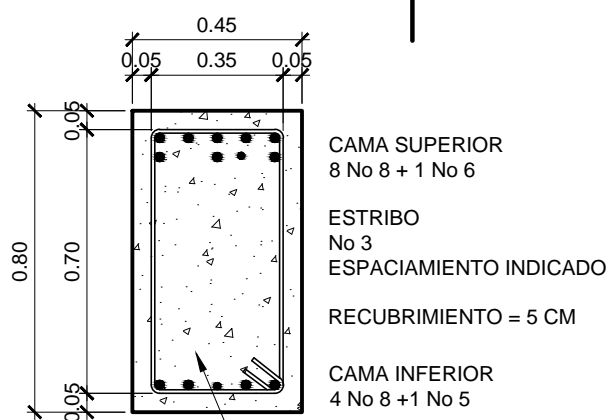
SECCION A

ESCALA 1:20



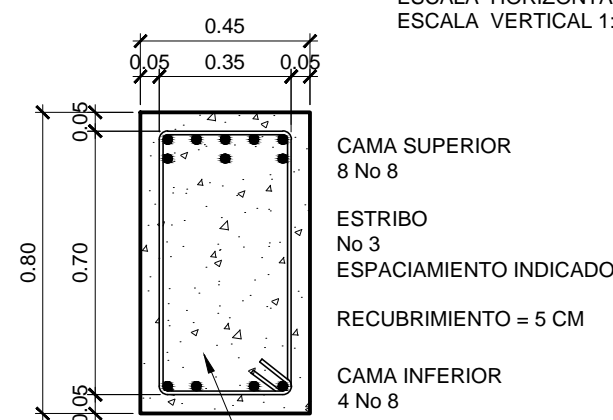
SECCION B

ESCALA 1:20



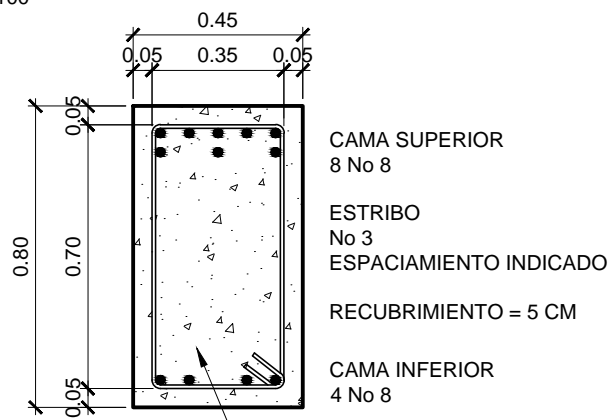
SECCION C

ESCALA 1:20



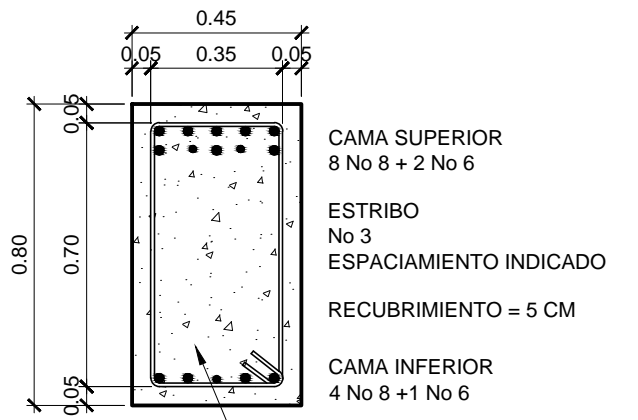
SECCION D

ESCALA 1:20



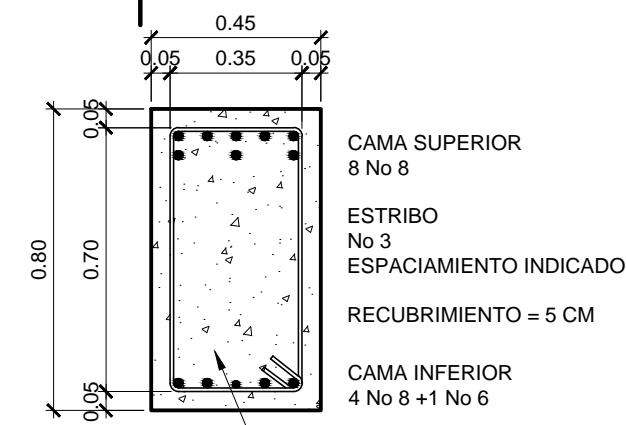
SECCION E

ESCALA 1:20



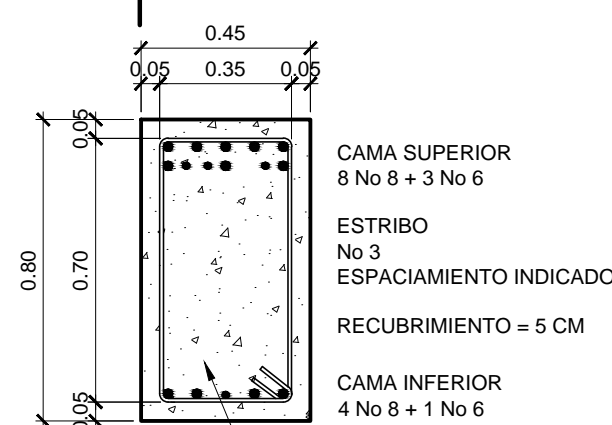
SECCION F

ESCALA 1:20



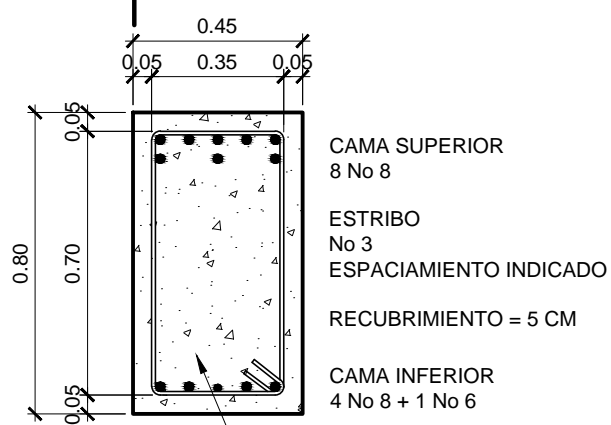
SECCION G

ESCALA 1:20



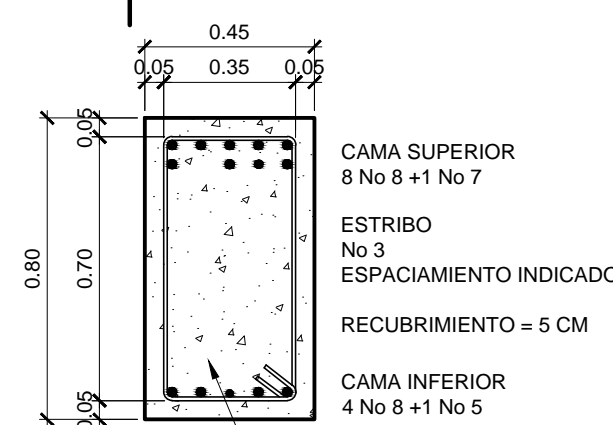
SECCION H

ESCALA 1:20



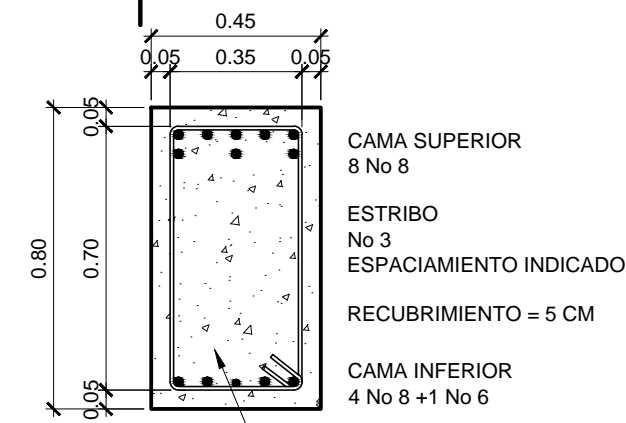
SECCION I

ESCALA 1:20



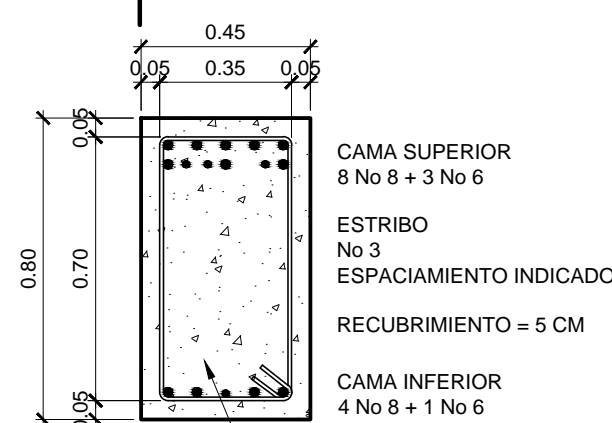
SECCION J

ESCALA 1:20



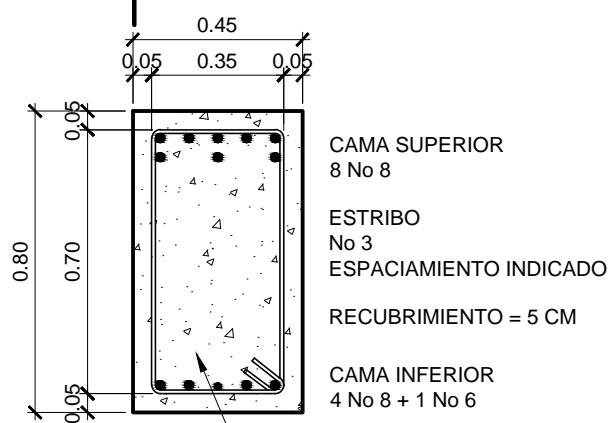
SECCION G

ESCALA 1:20



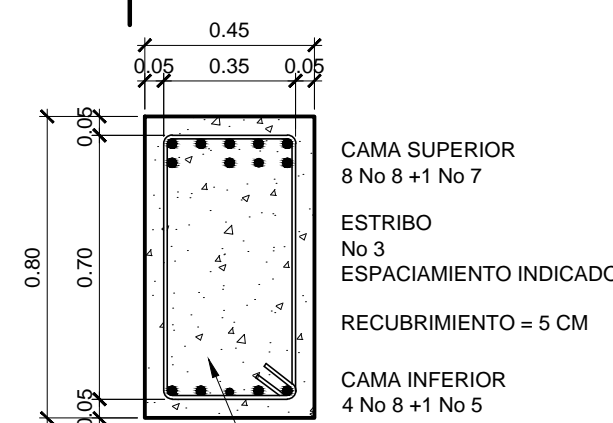
SECCION H

ESCALA 1:20



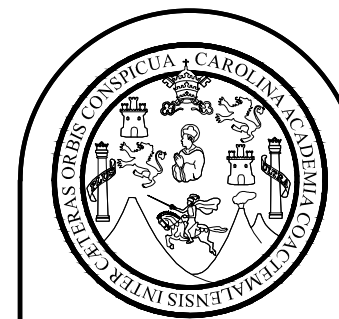
SECCION I

ESCALA 1:20



SECCION J

ESCALA 1:20



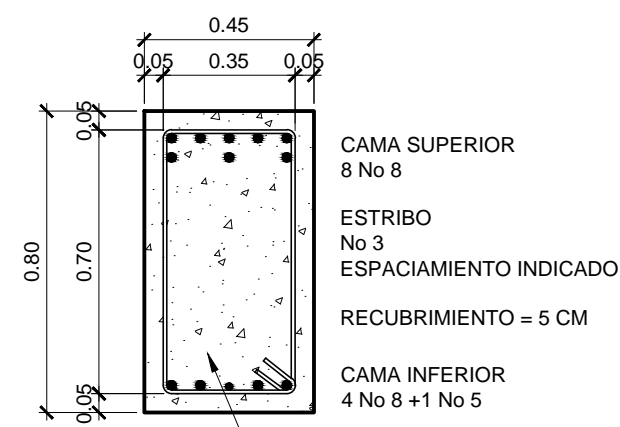
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
DETALLES DE ARMADO DE VIGAS MODULO 2 EJES 12345678

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 45
FECHA: ABRIL DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

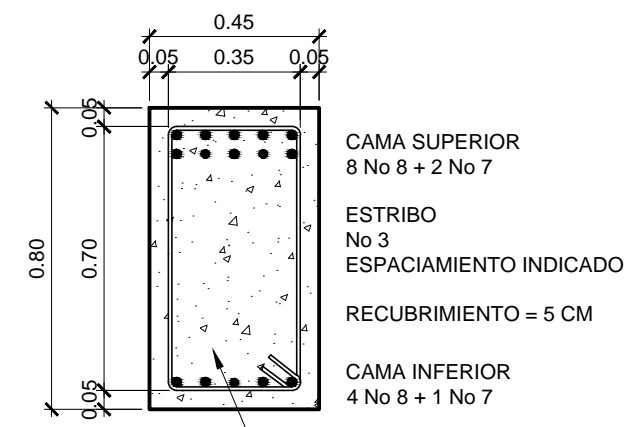
Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



HORMIGON f'c 350 kg/cm²

SECCION K

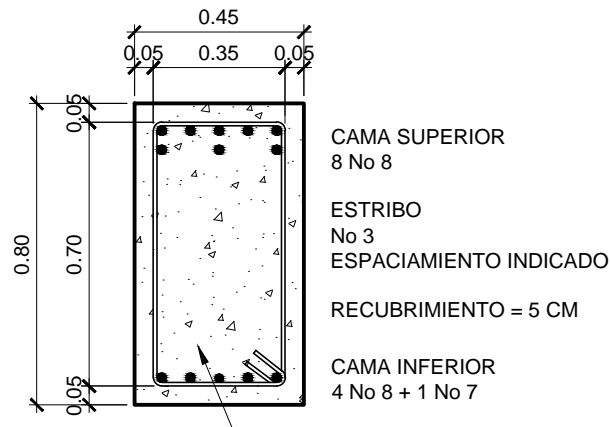
ESCALA 1:20



HORMIGON f'c 350 kg/cm²

SECCION L

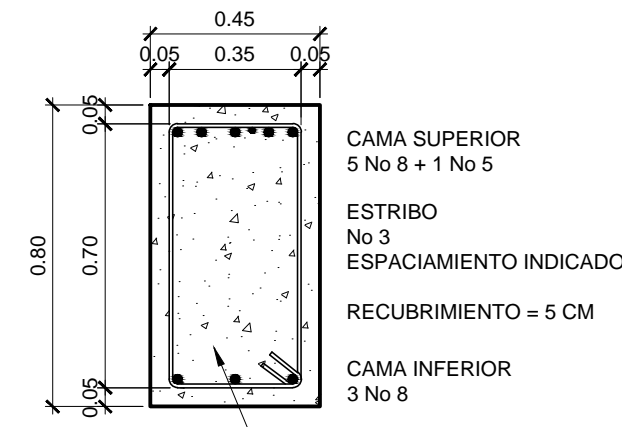
ESCALA 1:20



HORMIGON f'c 350 kg/cm²

SECCION M

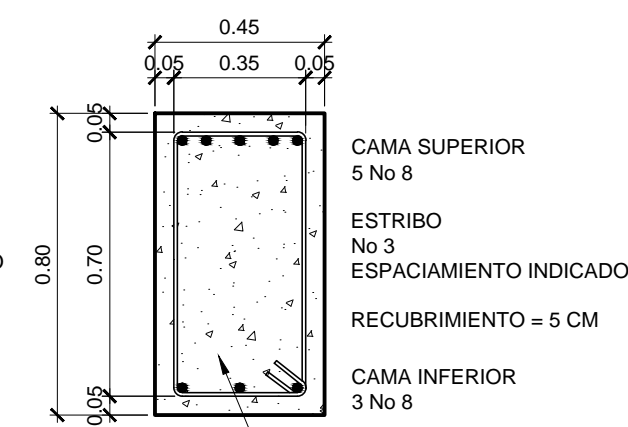
ESCALA 1:20



HORMIGON f'c 350 kg/cm²

SECCION N

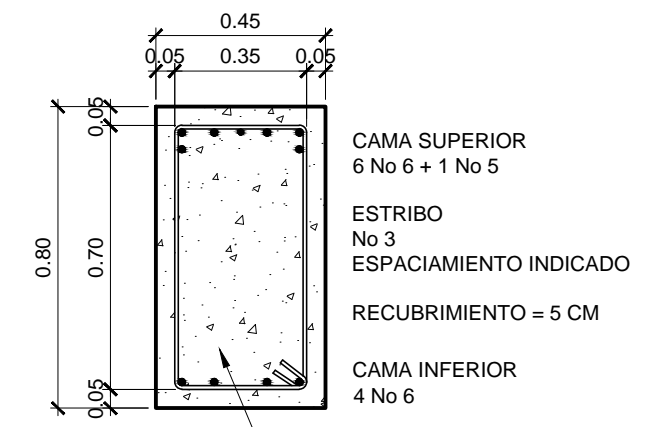
ESCALA 1:20



HORMIGON f'c 350 kg/cm²

SECCION Ñ

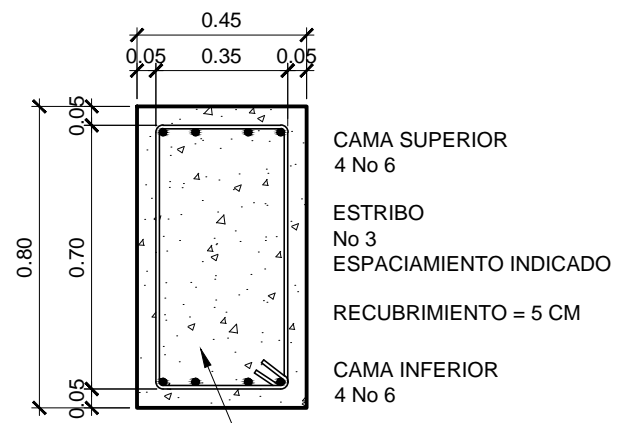
ESCALA 1:20



HORMIGON f'c 350 kg/cm²

SECCION O

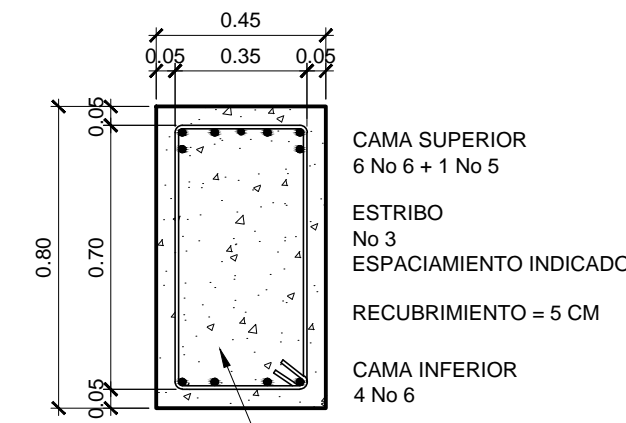
ESCALA 1:20



HORMIGON f'c 350 kg/cm²

SECCION P

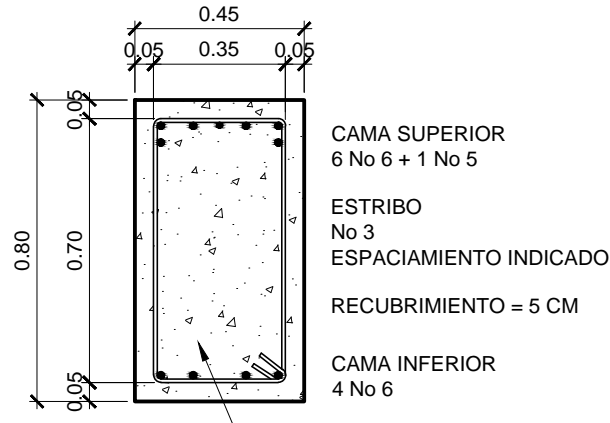
ESCALA 1:20



HORMIGON f'c 350 kg/cm²

SECCION Q

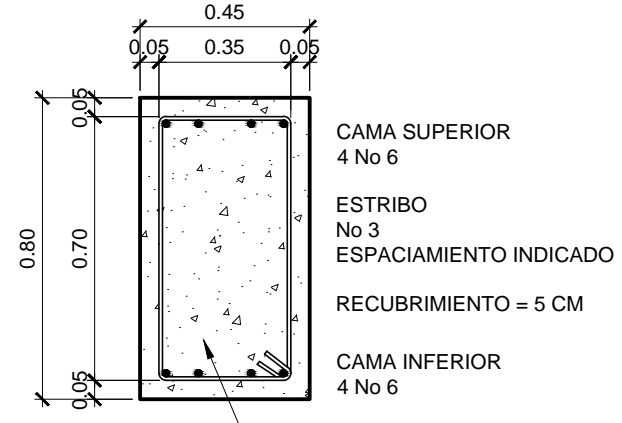
ESCALA 1:20



HORMIGON f'c 350 kg/cm²

SECCION R

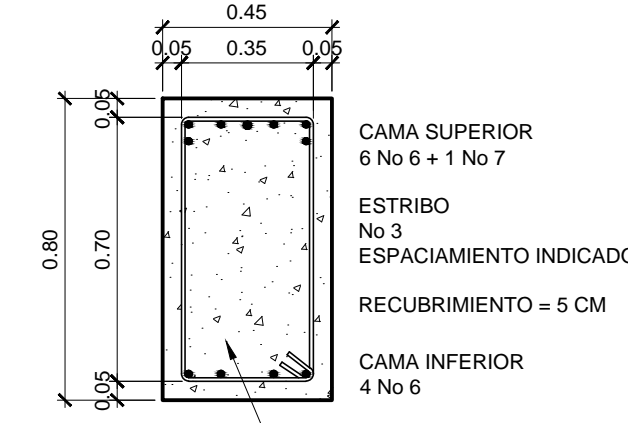
ESCALA 1:20



HORMIGON f'c 350 kg/cm²

SECCION S

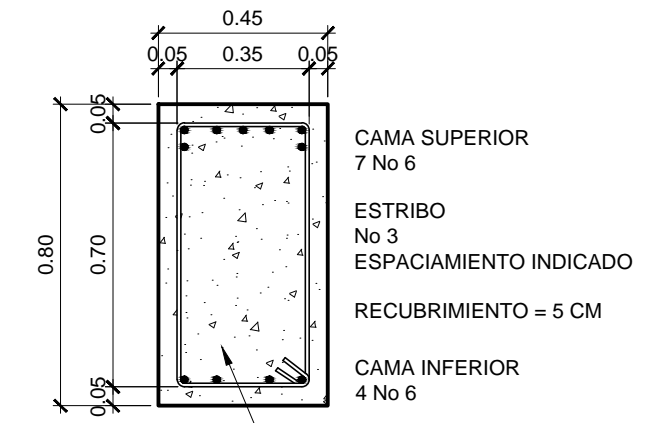
ESCALA 1:20



HORMIGON f'c 350 kg/cm²

SECCION T

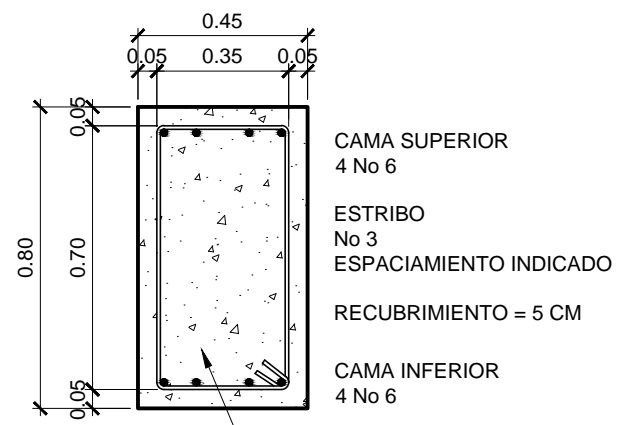
ESCALA 1:20



HORMIGON f'c 350 kg/cm²

SECCION U

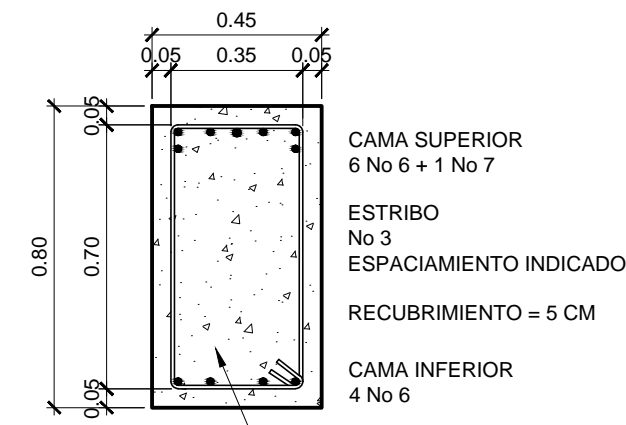
ESCALA 1:20



HORMIGON f'c 350 kg/cm²

SECCION V

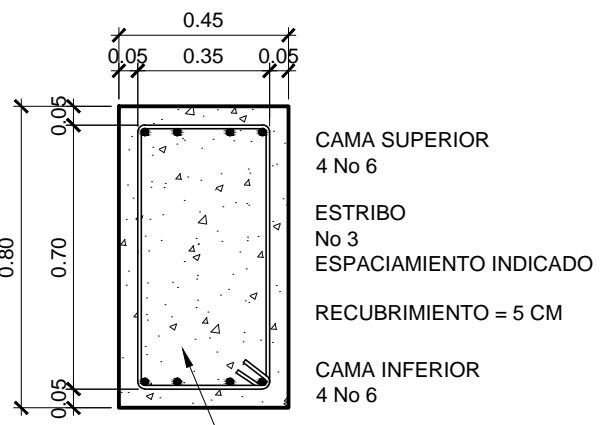
ESCALA 1:20



HORMIGON f'c 350 kg/cm²

SECCION W

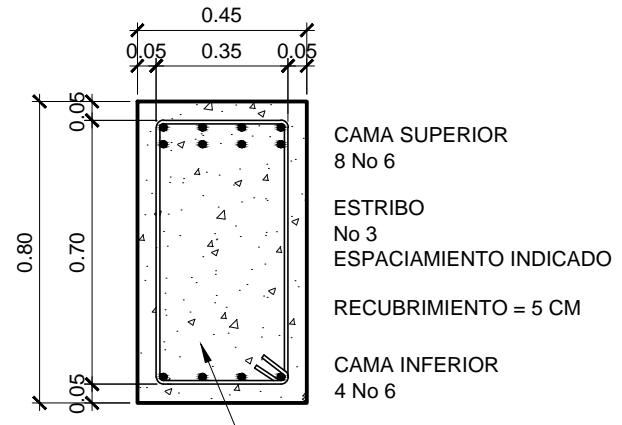
ESCALA 1:20



HORMIGON f'c 350 kg/cm²

SECCION X

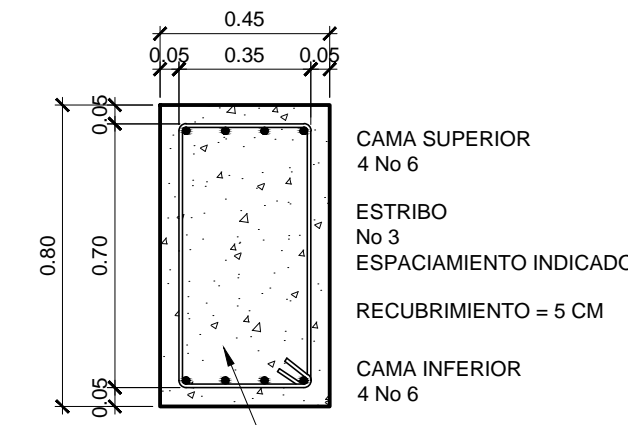
ESCALA 1:20



HORMIGON f'c 350 kg/cm²

SECCION Y

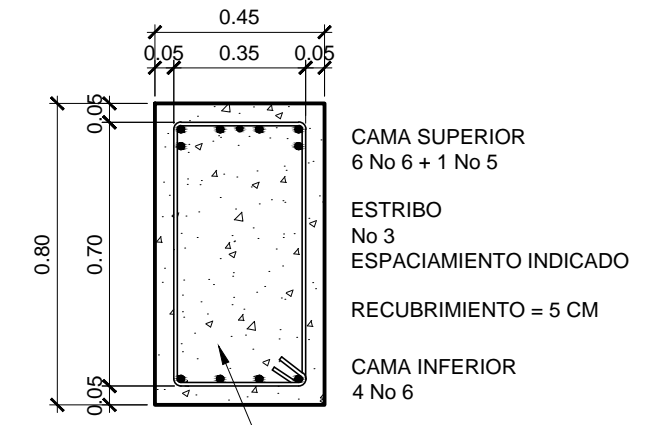
ESCALA 1:20



HORMIGON f'c 350 kg/cm²

SECCION Z

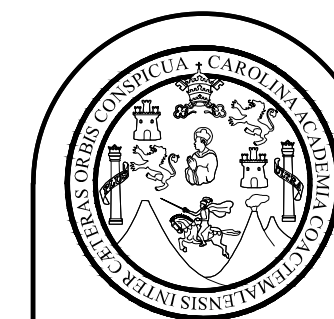
ESCALA 1:20



HORMIGON f'c 350 kg/cm²

SECCION A'

ESCALA 1:20



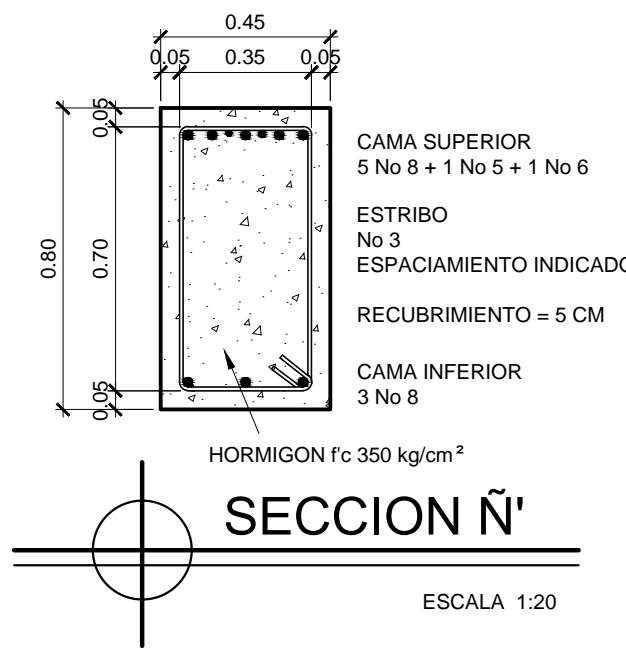
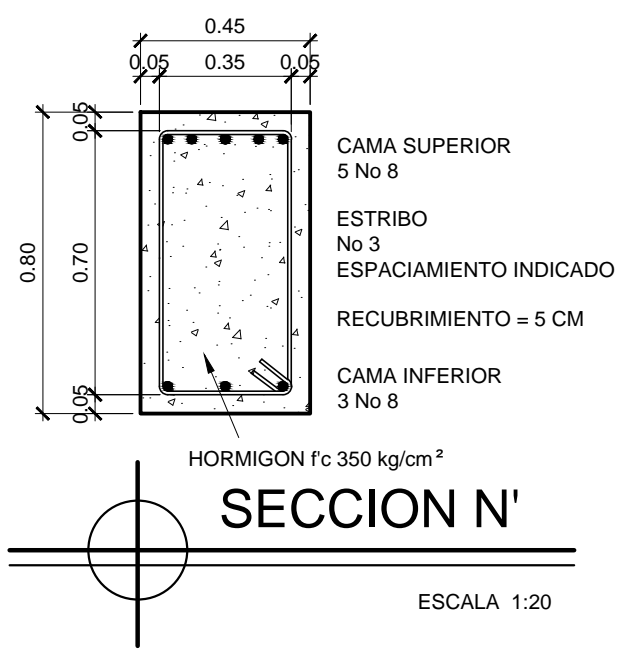
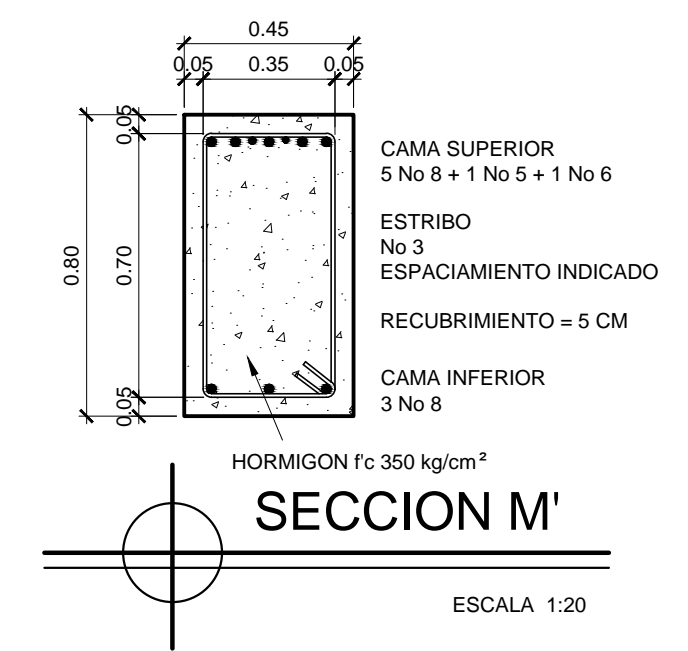
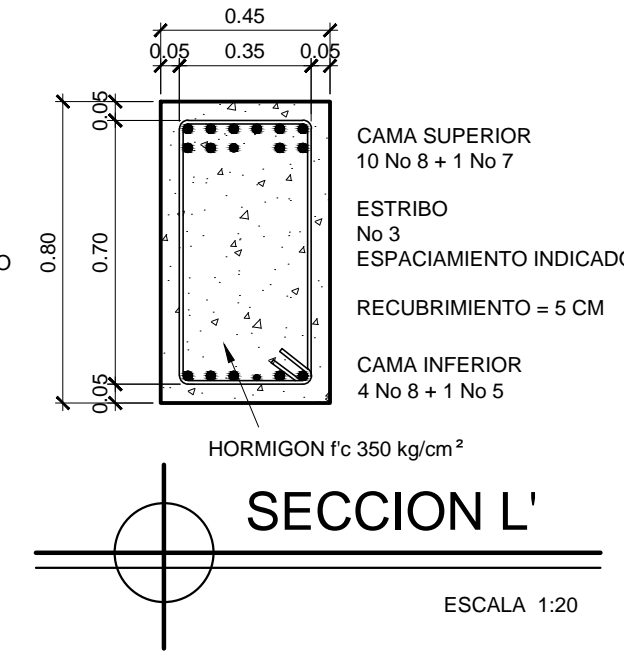
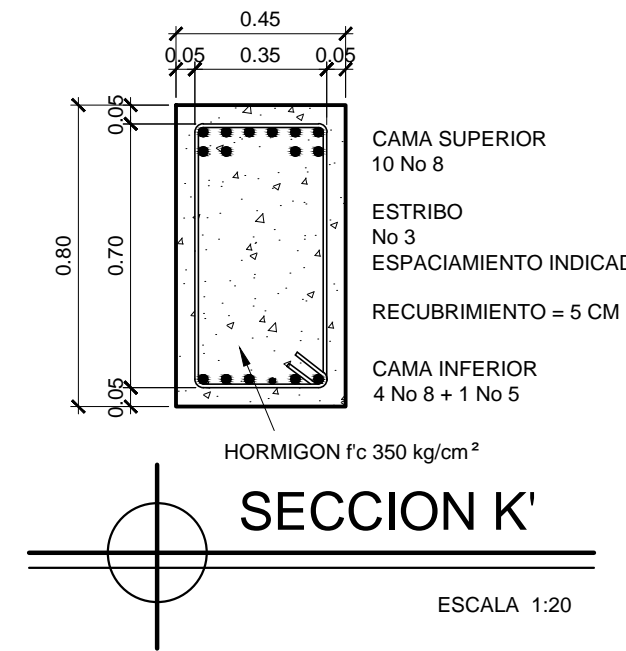
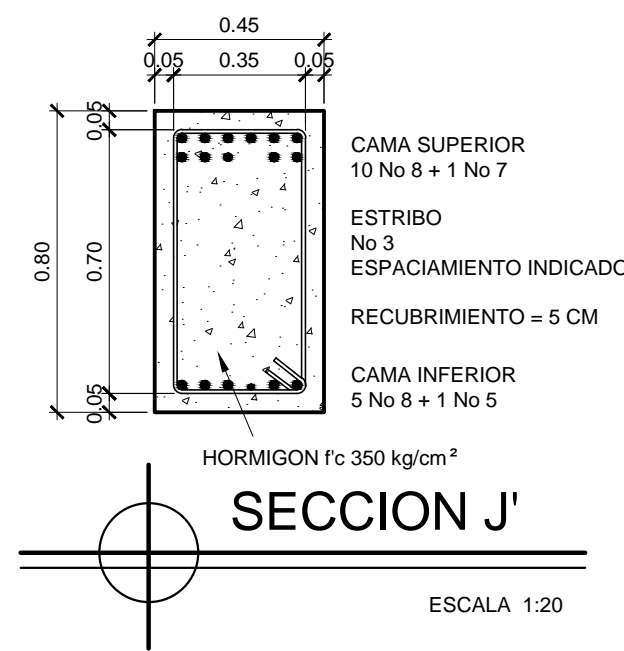
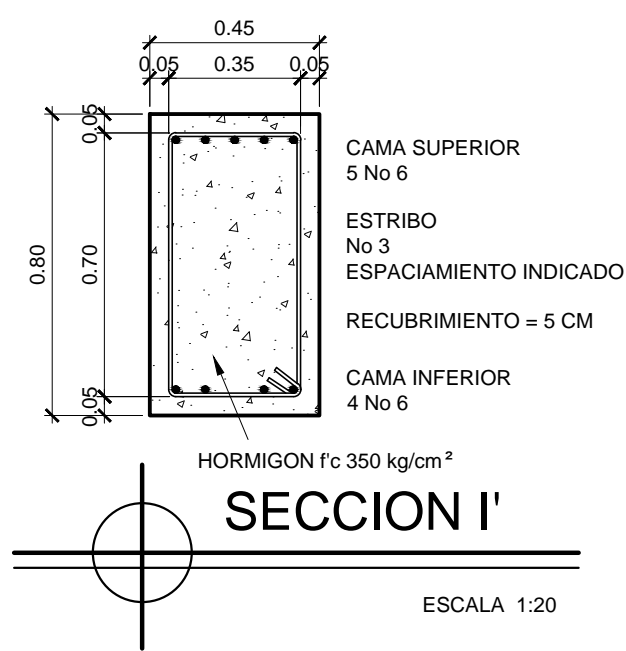
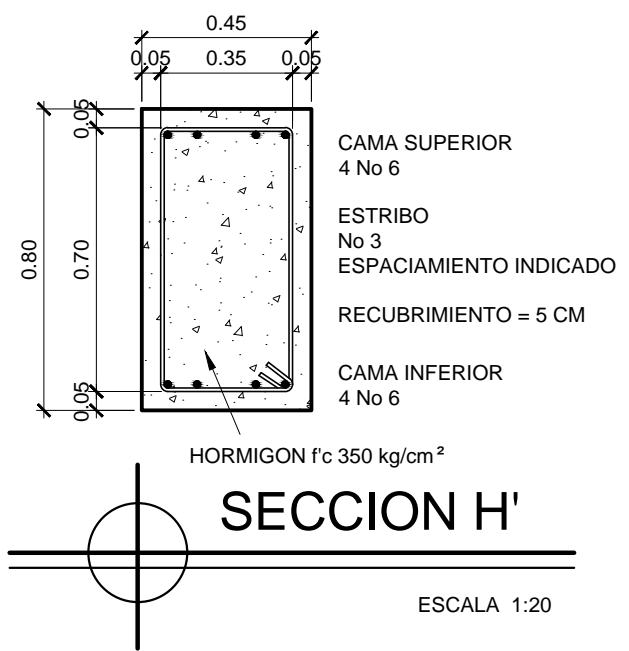
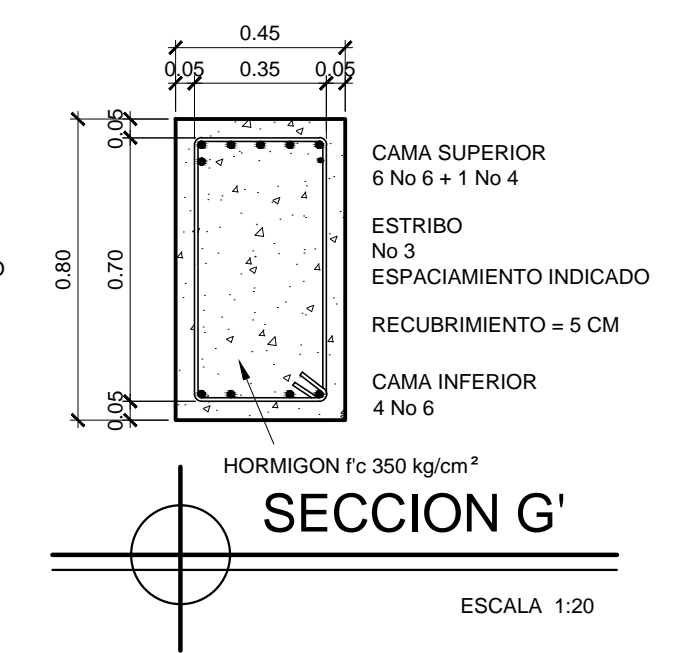
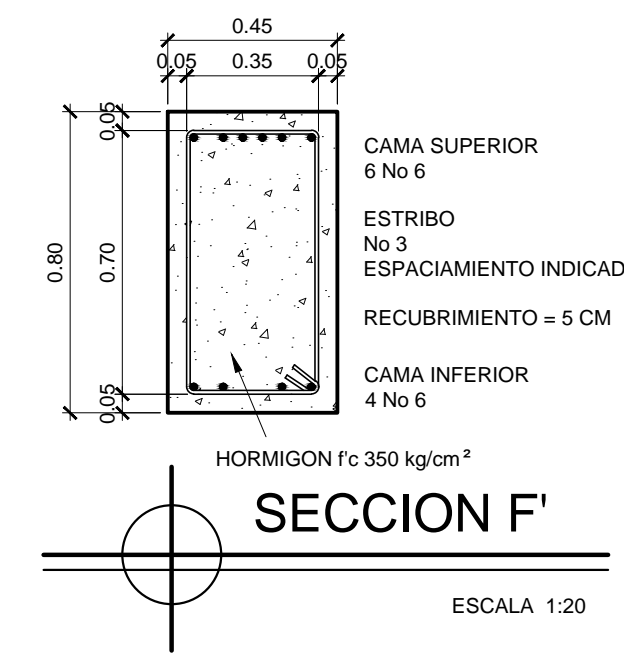
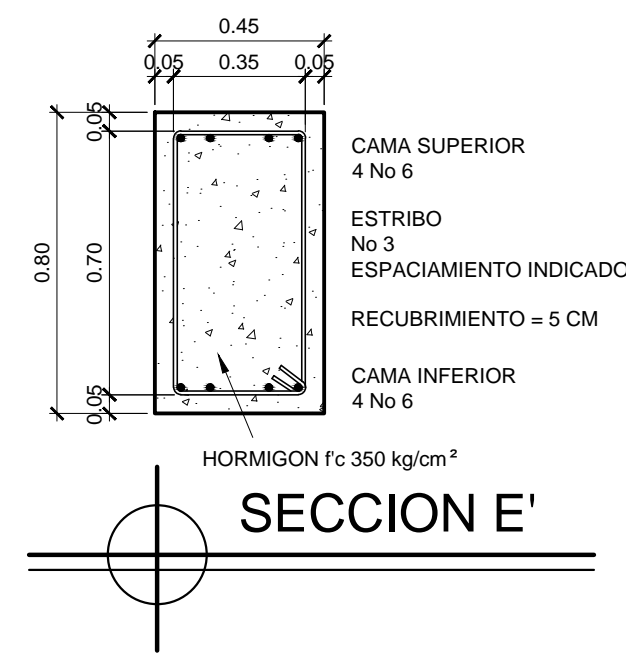
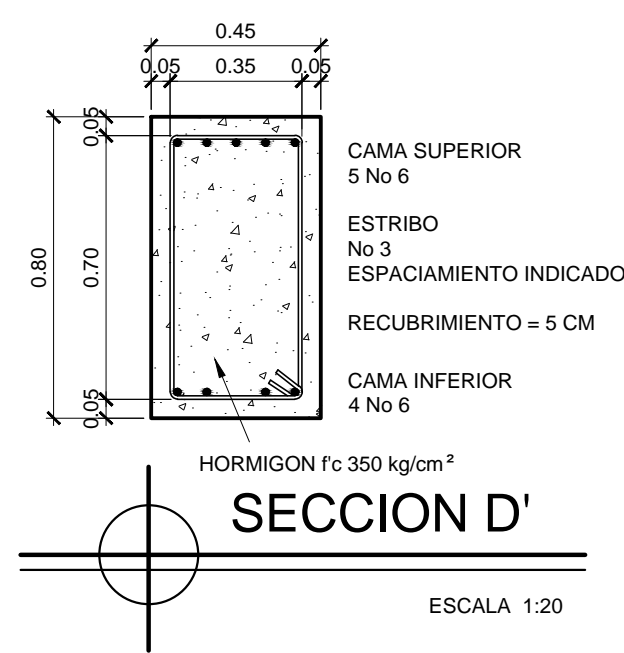
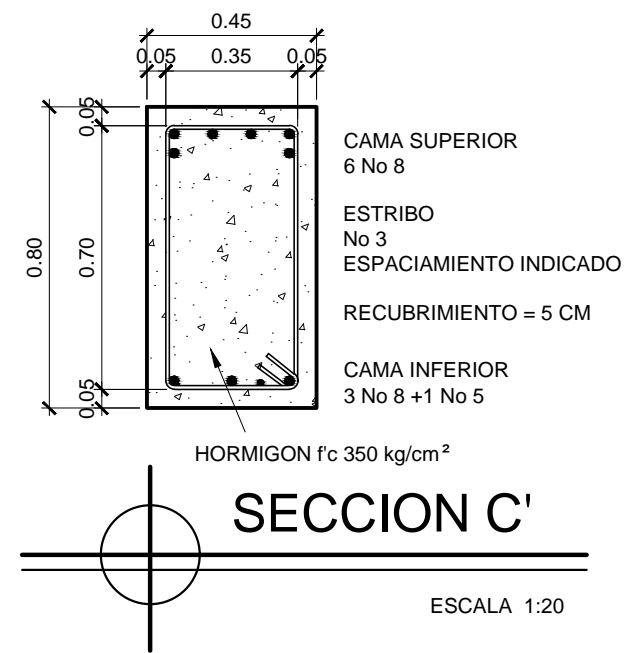
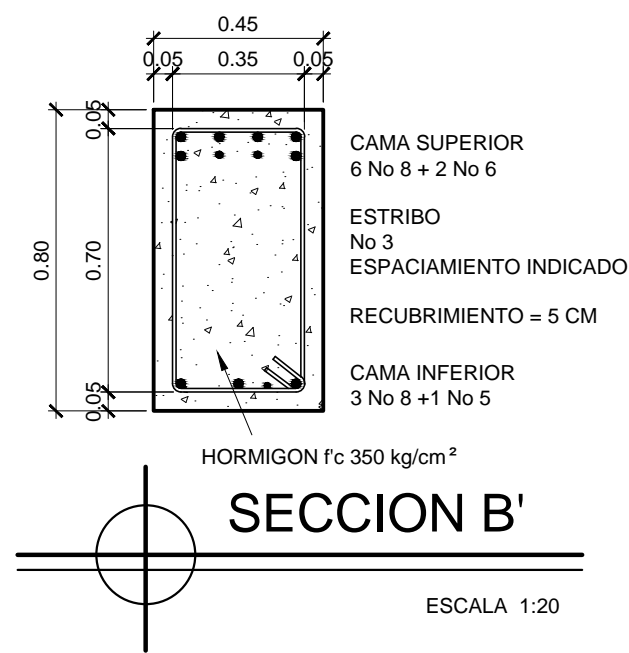
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
DETALLES DE ARMADO DE VIGAS MODULO 2 EJES 12345678

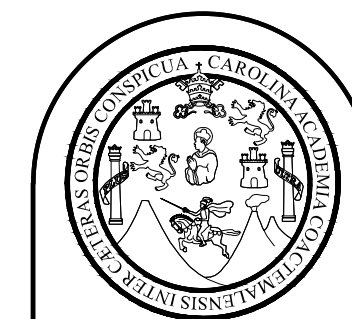
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 46
FECHA: ABRIL DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



ESPECIFICACIONES

1. RESISTENCIA DE CONCRETO $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$.
2. RESISTENCIA DEL ACERO $f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$.
3. TRASLAPES Y ANCLAJES VER TABLA EN PLANO DE ESPECIFICACIONES GENERALES HOJA 0.



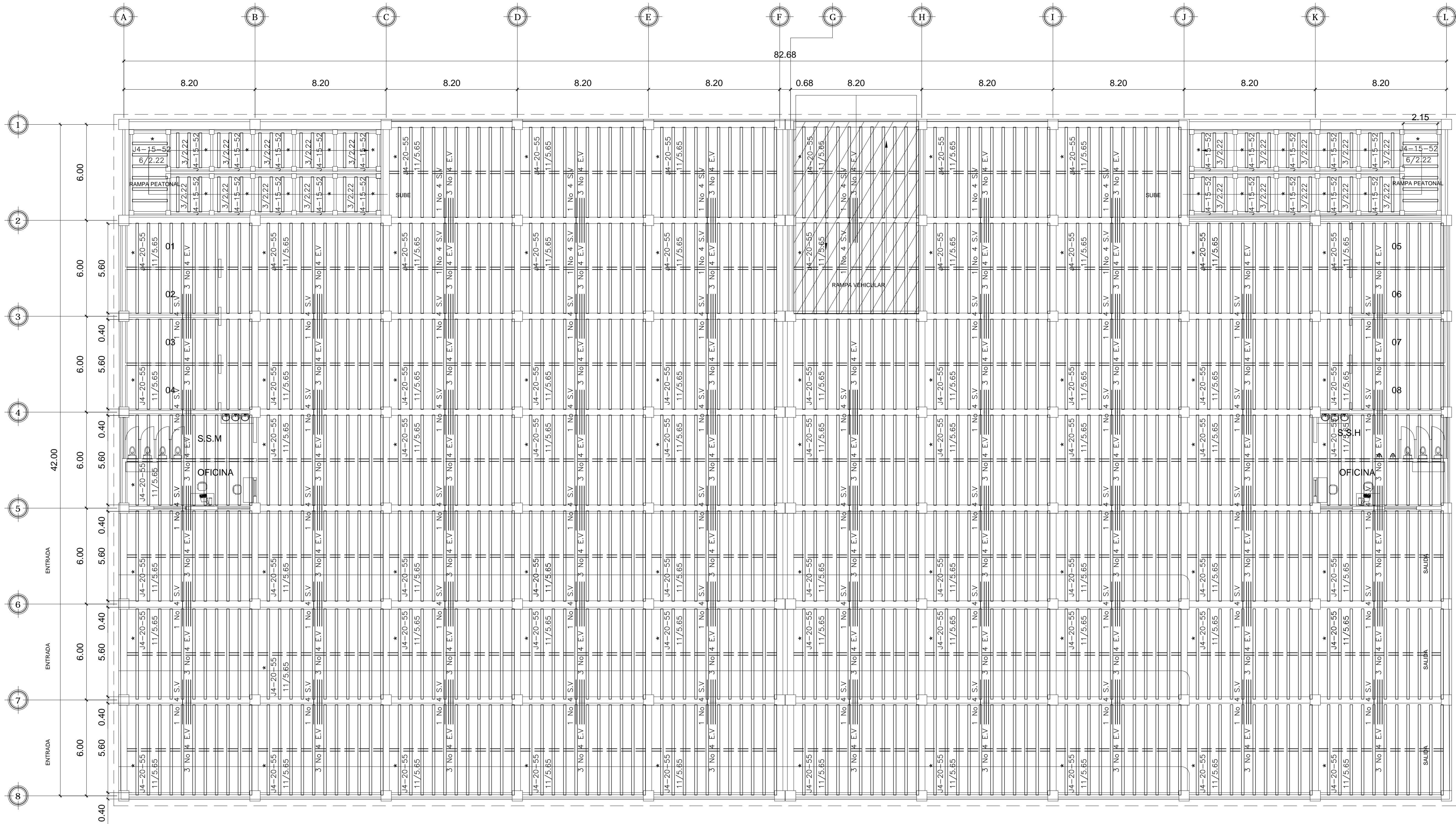
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO

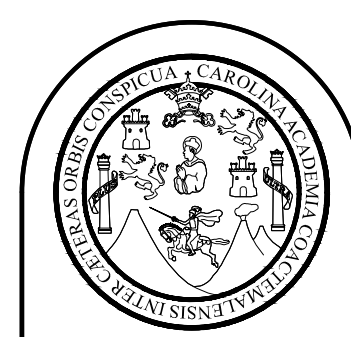
PLANO DE:
DETALLES DE ARMADO DE VIGAS MODULO 2 EJES 12345678

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 47
FECHA: ABRIL DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86



PLANTA DE MONTAJE DE VIGUETAS
ENTREPISO NIVEL PARQUEO DE AUTOMOVILES

SIN ESCALA

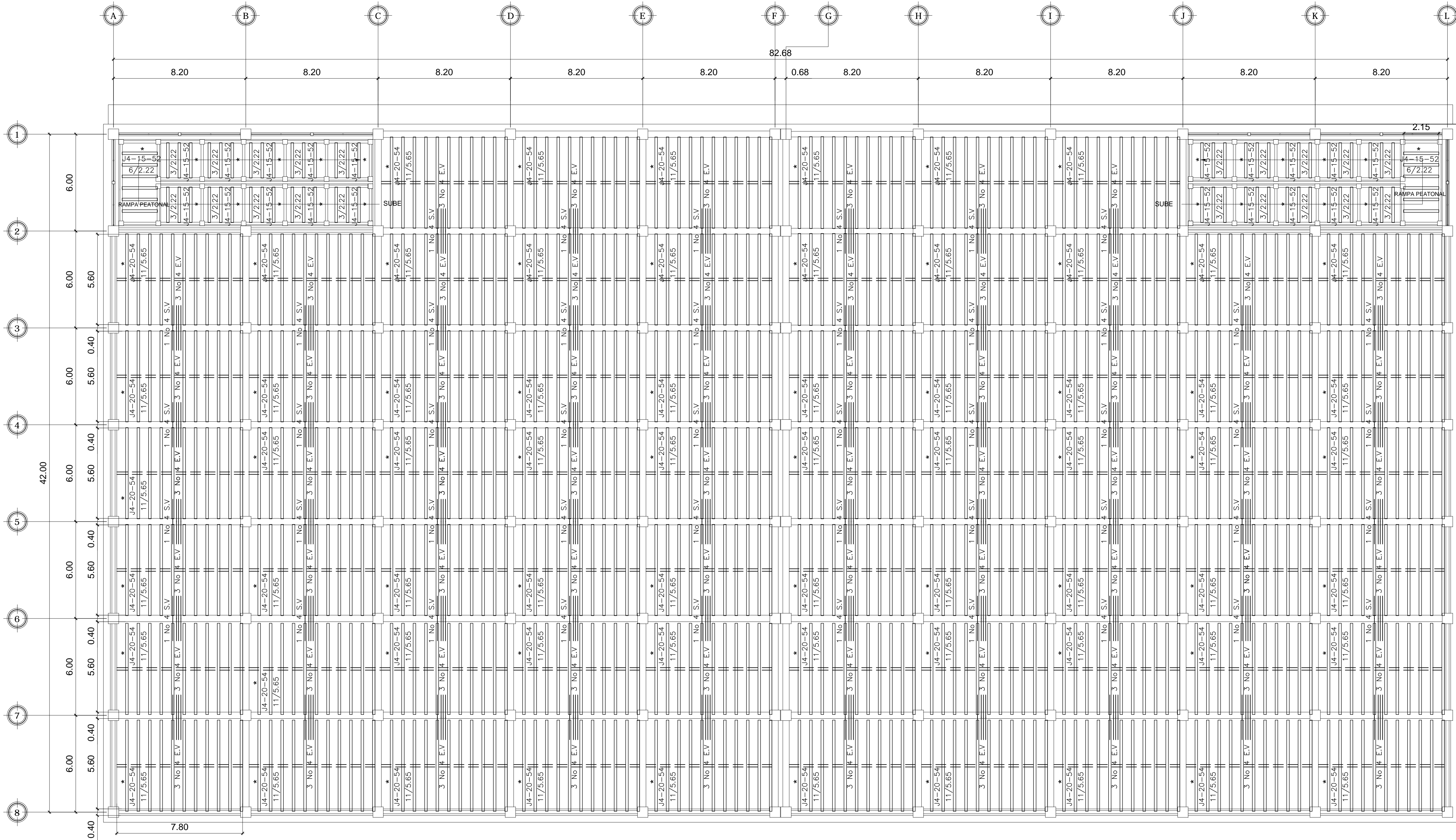


FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

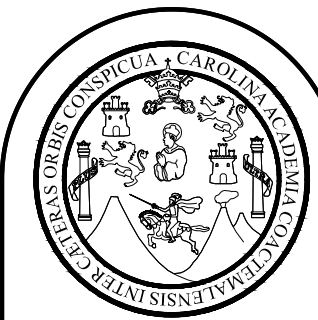
PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
ENTREPISO AREA DE PARQUEO DE AUTOMOVILES

ESCALA:	INDICADA	DISEÑO:	ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA:	48
FECHA:	ABRIL DE 2014	DIBUJO:	ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA		86



PLANTA DE MONTAJE DE VIGUETAS
ENTREPISO NIVEL 1 AREA DE LOCALES

SIN ESCALA

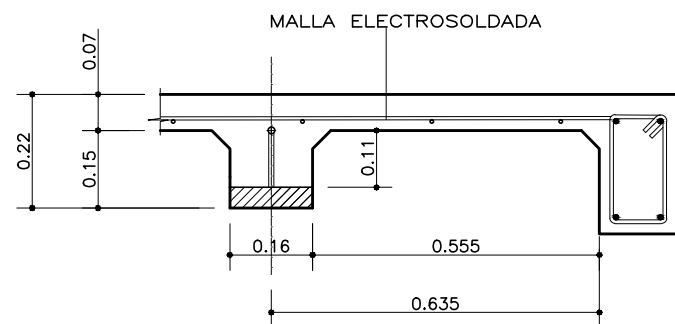


FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

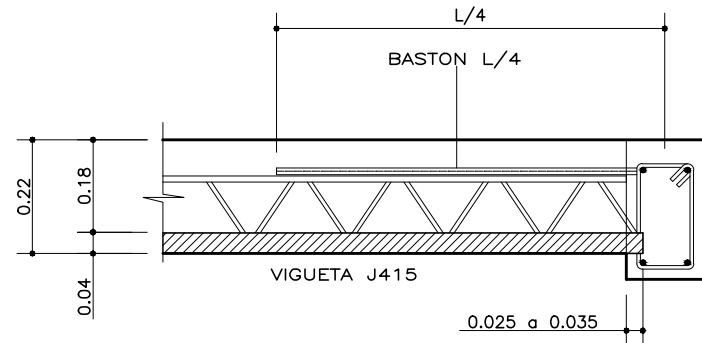
MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
ENTREPISO AREA DE LOCALES

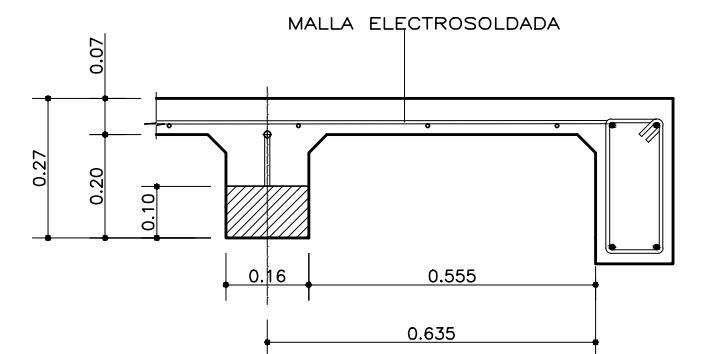
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 49
FECHA: MARZO DE 2014	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86



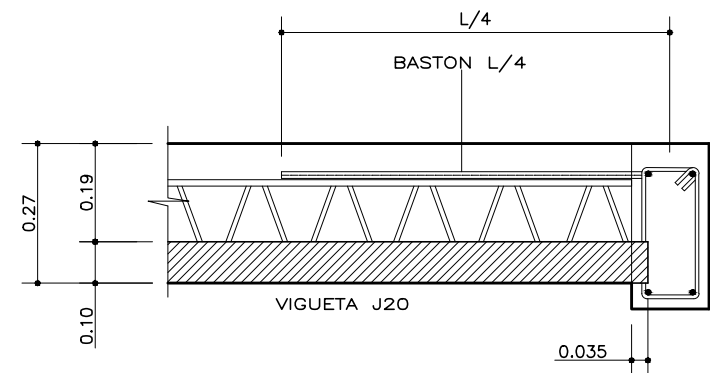
DETALLE 1 INICIO DE MODULACION
VIGUETA J415 — MOLDE LK



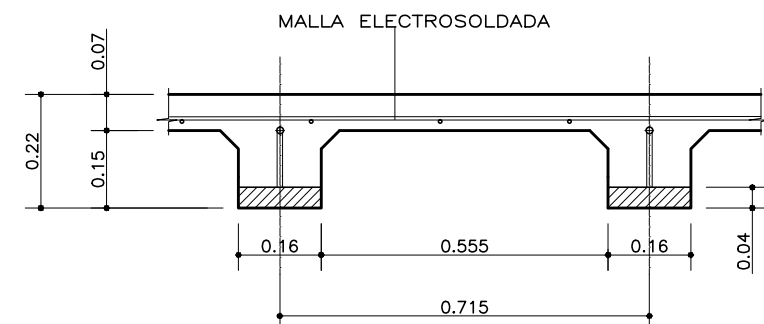
DETALLE DE APOYO DE VIGUETA
VIGUETA J415 — MOLDE LK



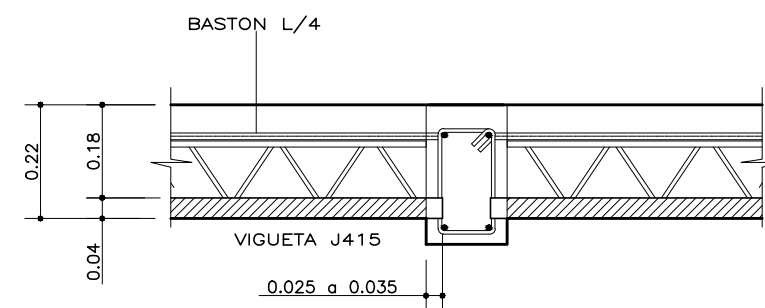
DETALLE 1 INICIO DE MODULACION
VIGUETA J20 — MOLDE LK



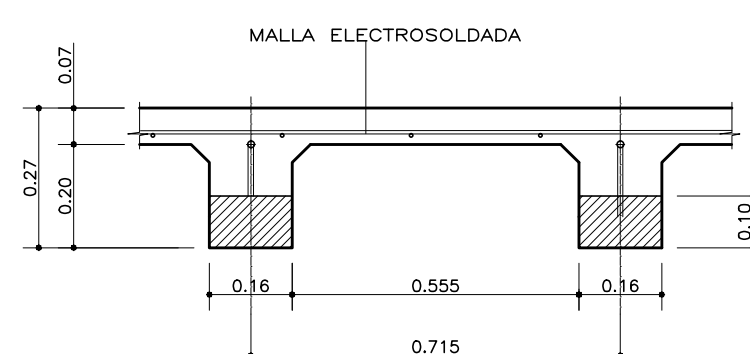
DETALLE DE APOYO DE VIGUETA
VIGUETA J20 — MOLDE LK



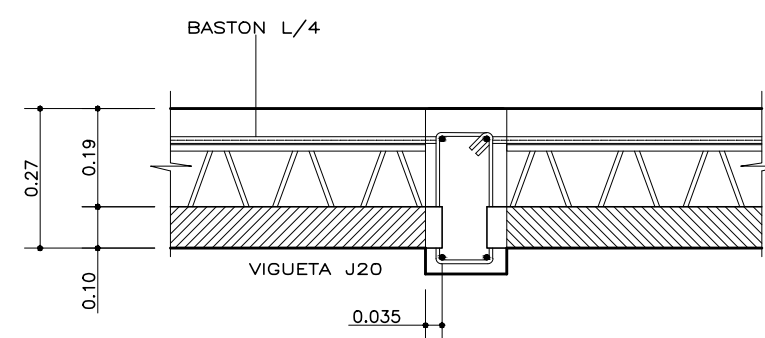
DETALLE 2 SECCION TIPICA
VIGUETA J415 — MOLDE LK



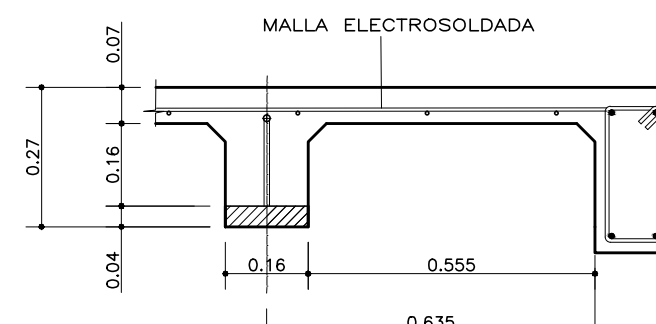
DETALLE DE APOYO DE VIGUETAS
VIGUETA J415 — MOLDE LK



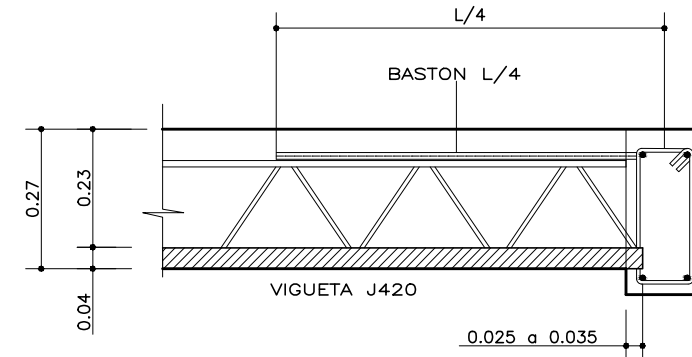
DETALLE 2 SECCION TIPICA
VIGUETA J20 — MOLDE LK



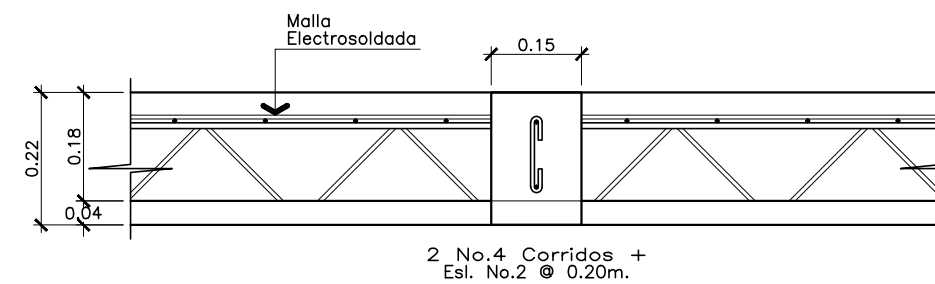
DETALLE DE APOYO DE VIGUETAS
VIGUETA J20 — MOLDE LK



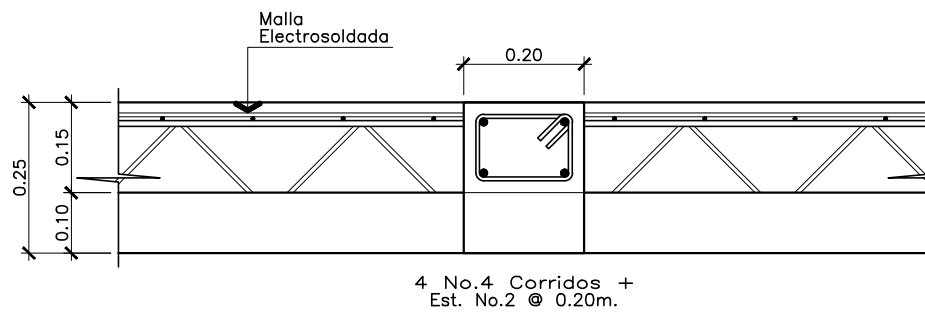
DETALLE 1 INICIO DE MODULACION
VIGUETA J420 — MOLDE LK



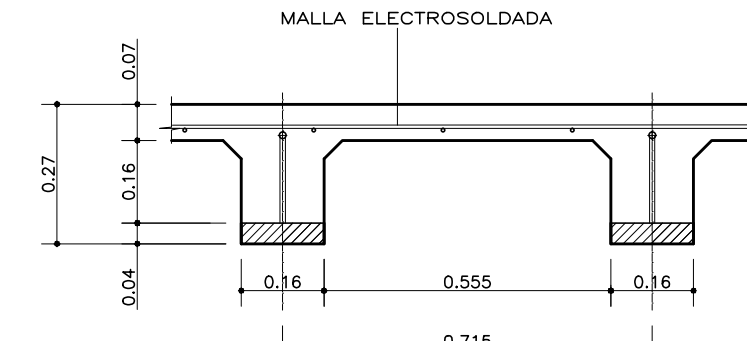
DETALLE DE APOYO DE VIGUETA
VIGUETA J420 — MOLDE LK



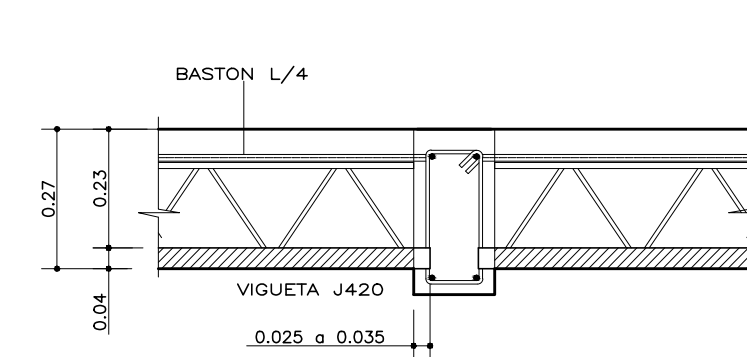
DETALLE DE RIGIDIZANTE
VIGUETA J415



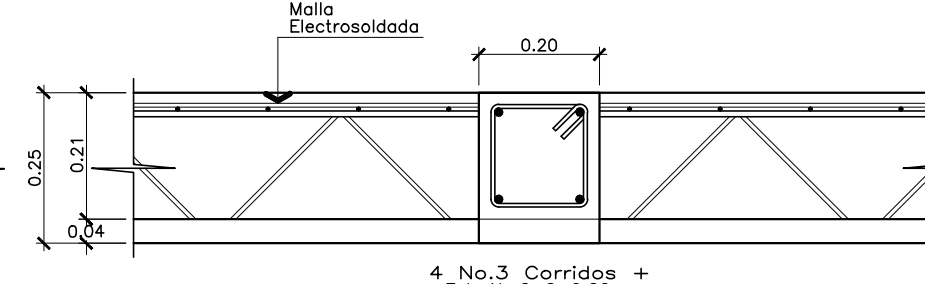
DETALLE DE RIGIDIZANTE
VIGUETA J-20



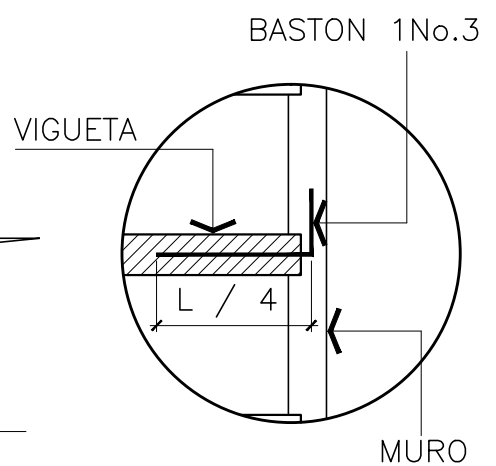
DETALLE 2 SECCION TIPICA
VIGUETA J420 — MOLDE LK



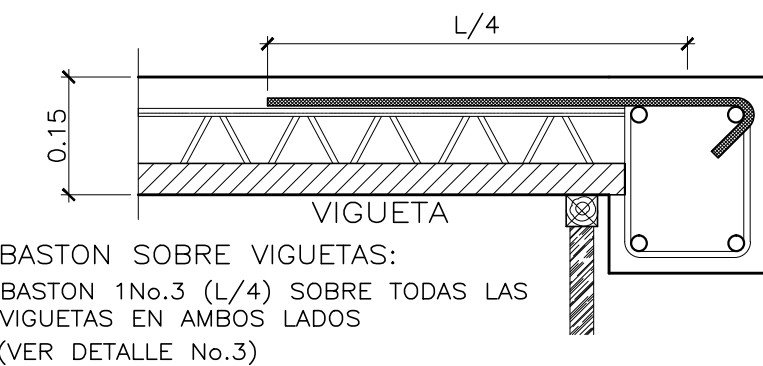
DETALLE DE APOYO DE VIGUETAS
VIGUETA J420 — MOLDE LK



DETALLE DE RIGIDIZANTE
VIGUETA J420



DETALLE No.3
Sin Escala



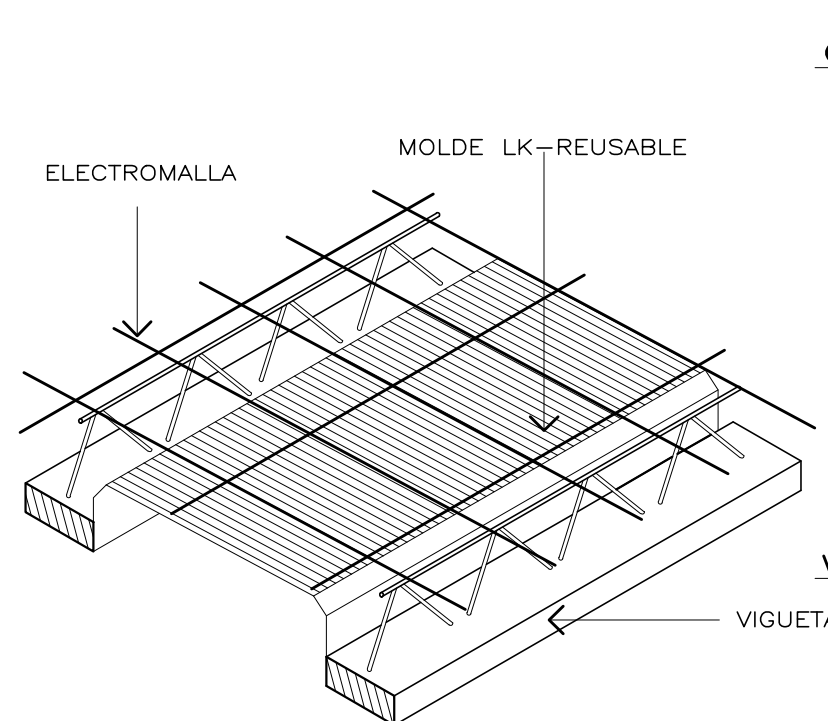
BASTON SOBRE VIGUETAS:
BASTON 1No.3 (L/4) SOBRE TODAS LAS VIGUETAS EN AMBOS LADOS (VER DETALLE No.3)

ESPECIFICACIONES

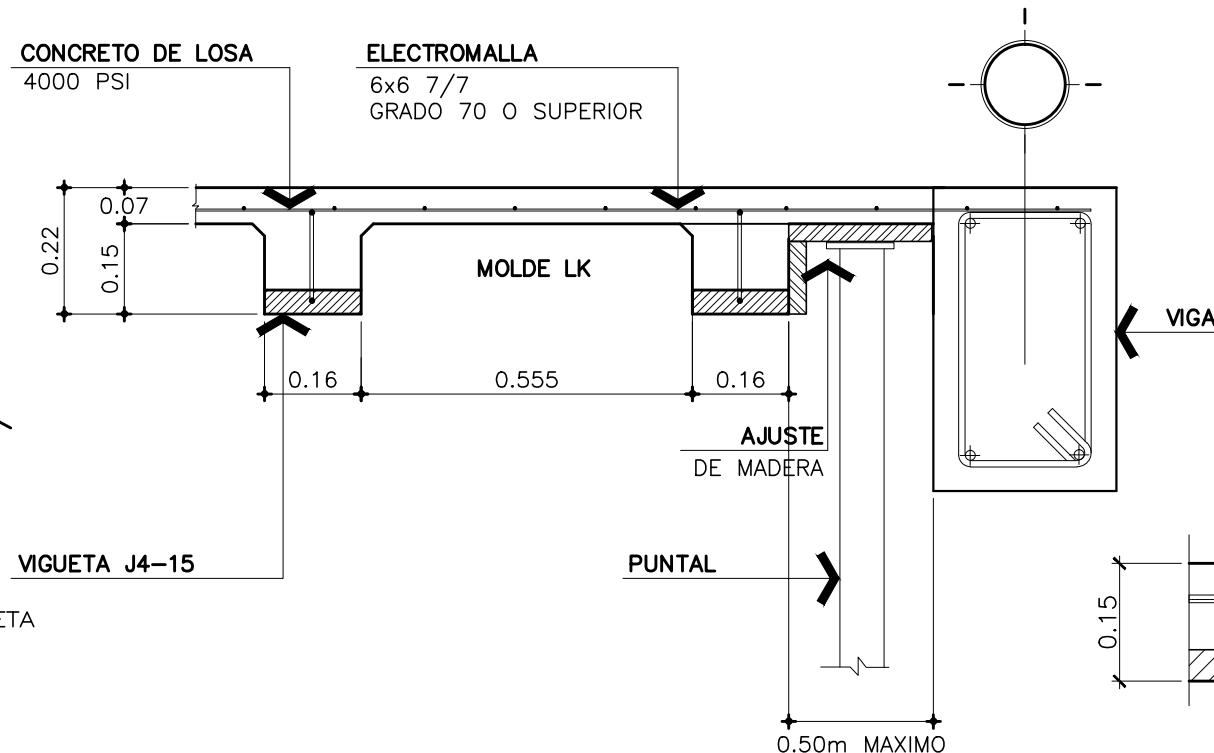
* INDICA INICIO DE MODULACION DE VIGUETA

BASTON 1No.3 (L/4) SOBRE TODAS LAS VIGUETAS EN AMBOS LADOS

LA LONGITUD DEL BASTON DEPENDERA DE LA LUZ ENTRE EJES QUE SERA L/4

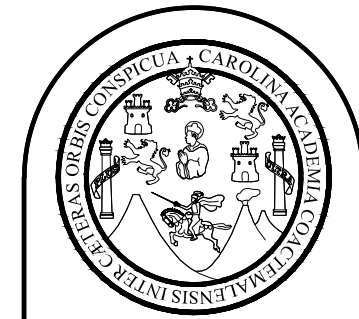
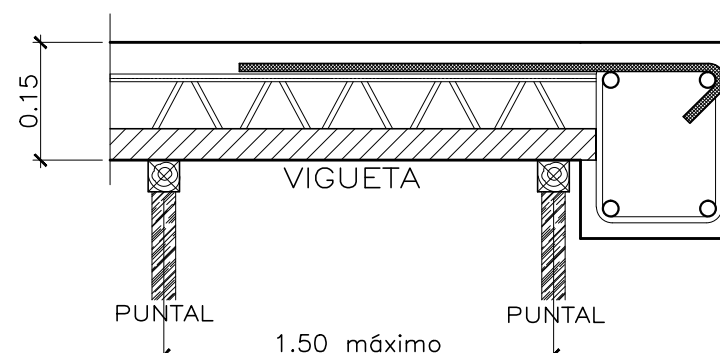


VIGUETA+MOLDE
ISOMETRICO



MODULACION
AJUSTE HECHO EN OBRA

APUNTALAMIENTO
APUNTALAMIENTO DE VIGUETAS:
TODAS LAS VIGUETAS DEBEN LLEVAR UN PARAL A CADA 1.50m COMO MAXIMO.
NO DEBE QUEDAR NINGUNA VIGUETA SIN PARAL, NI AUNQUE SEA MENOR DE 1.50m.
DEBE RESPETARSE LA CONTRAFLECHA AL MOMENTO DE APUNTALAR LAS VIGUETAS.
EXCEPTO CUANDO SE INDIQUE LO CONTRARIO PARA CASOS ESPECIFICOS.

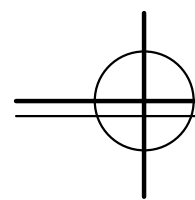
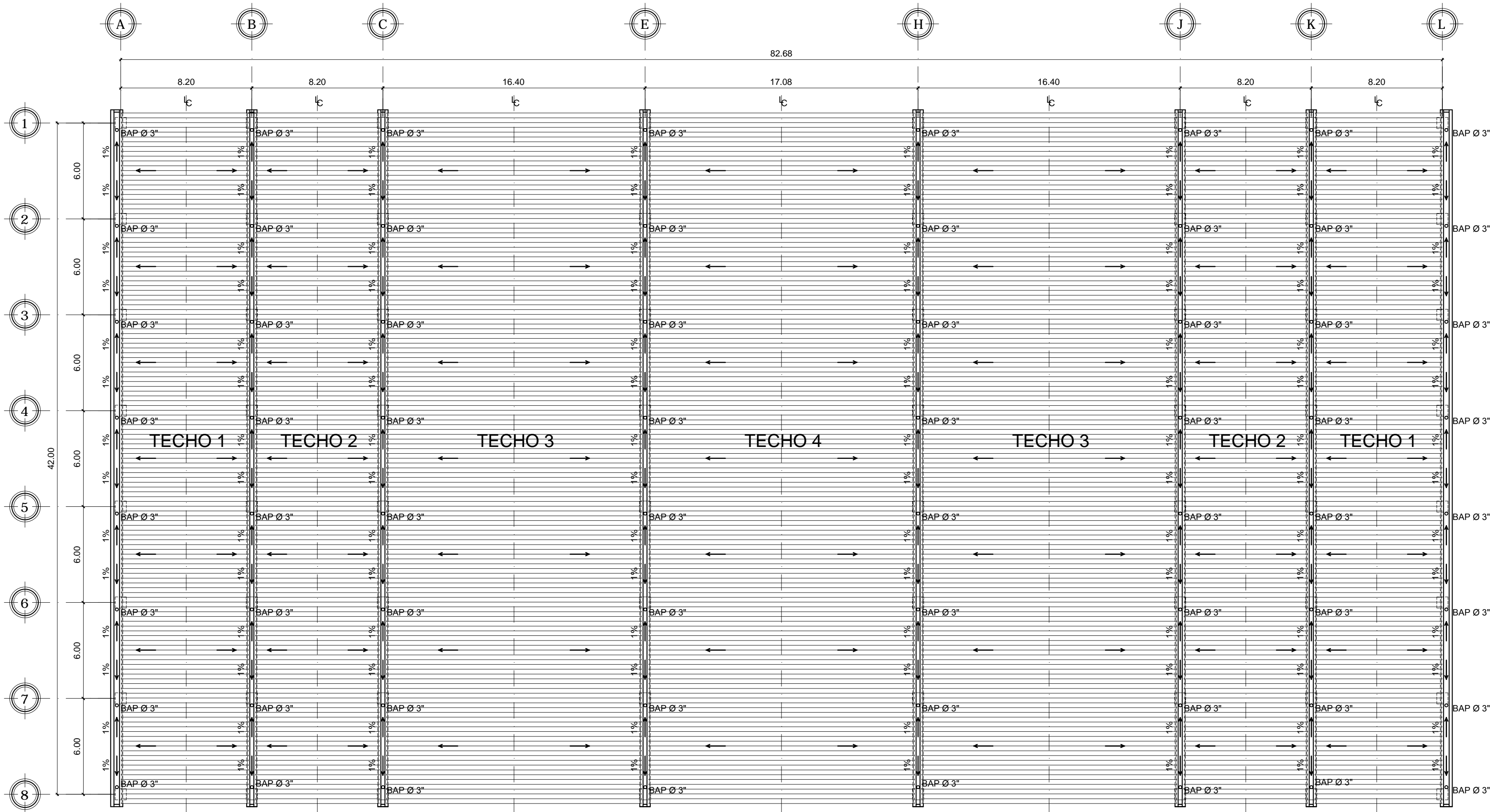


FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

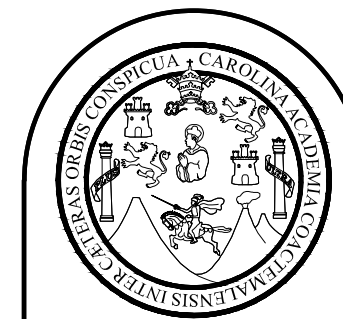
PROYECTO: EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO		
PLANO DE: DETALLES CONSTRUCTIVOS DE MONTAJE DE VIGUETAS		
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 51
FECHA: MARZO DE 2014	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



PLANTA GENERAL DE TECHOS

ESCALA 1:200



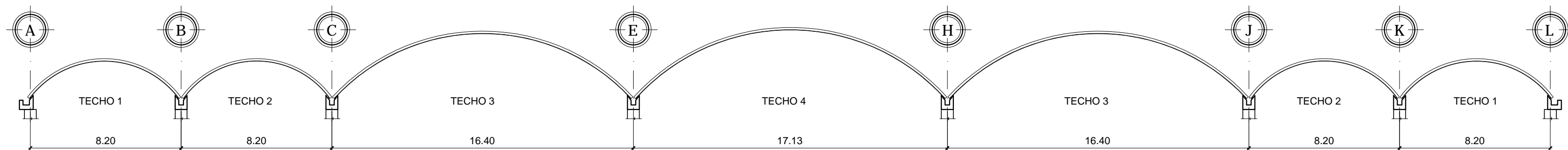
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPÁN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
PLANTA DE TECHO CURVO

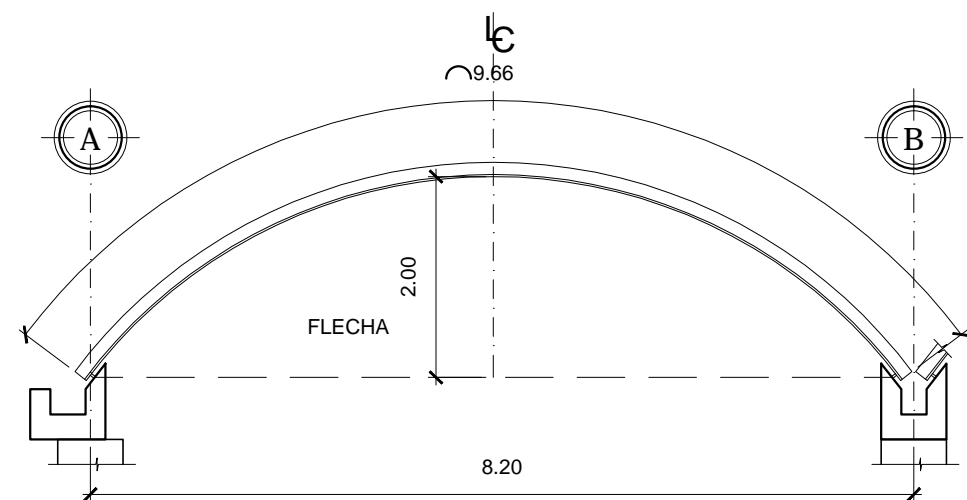
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 52 03
FECHA: JUNIO DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



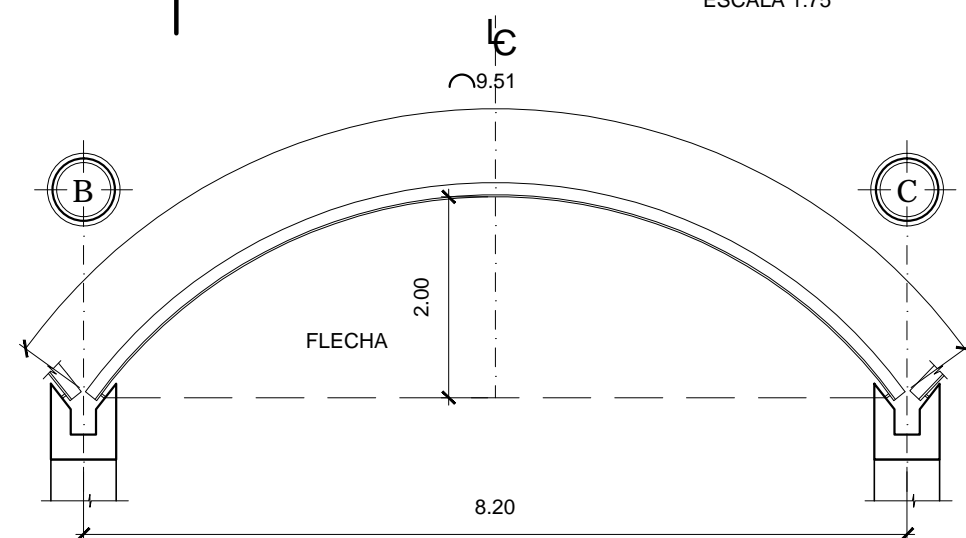
ELEVACION TECHO CURVO

ESCALA 1:200



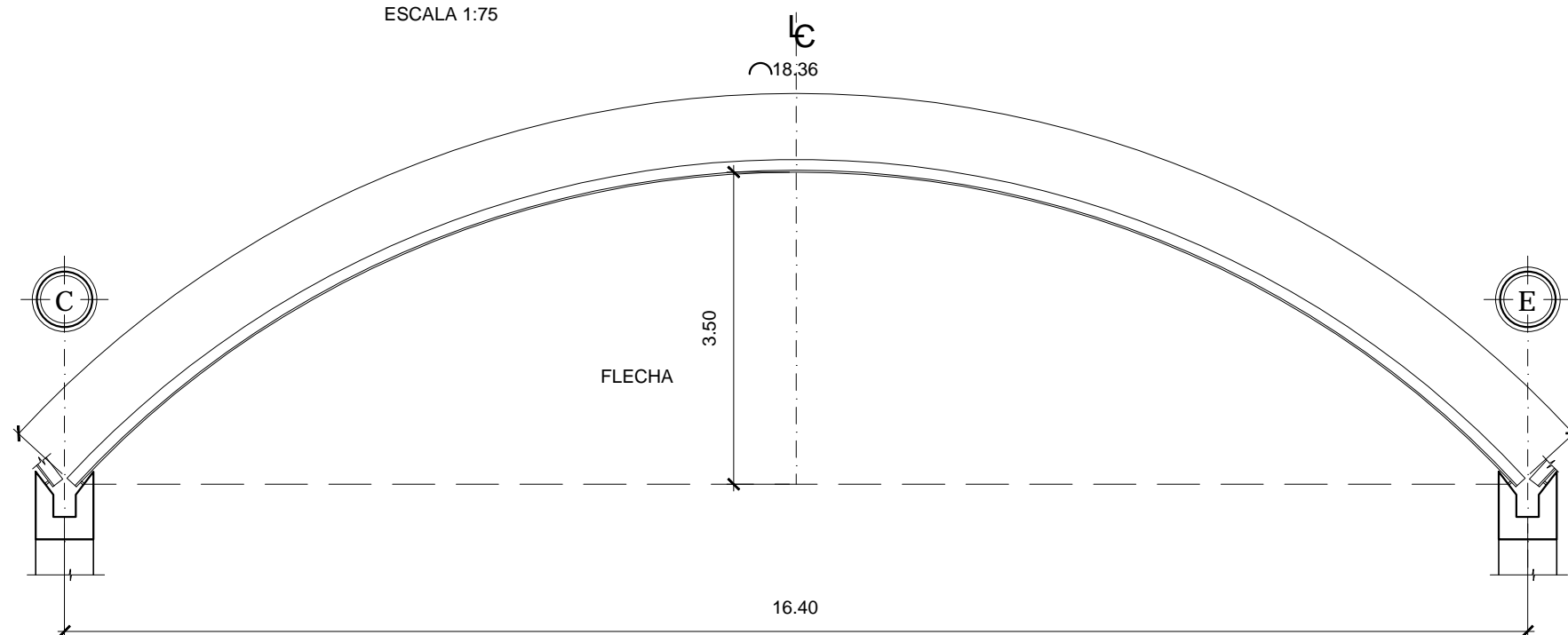
TECHO CURVO 1

ESCALA 1:75



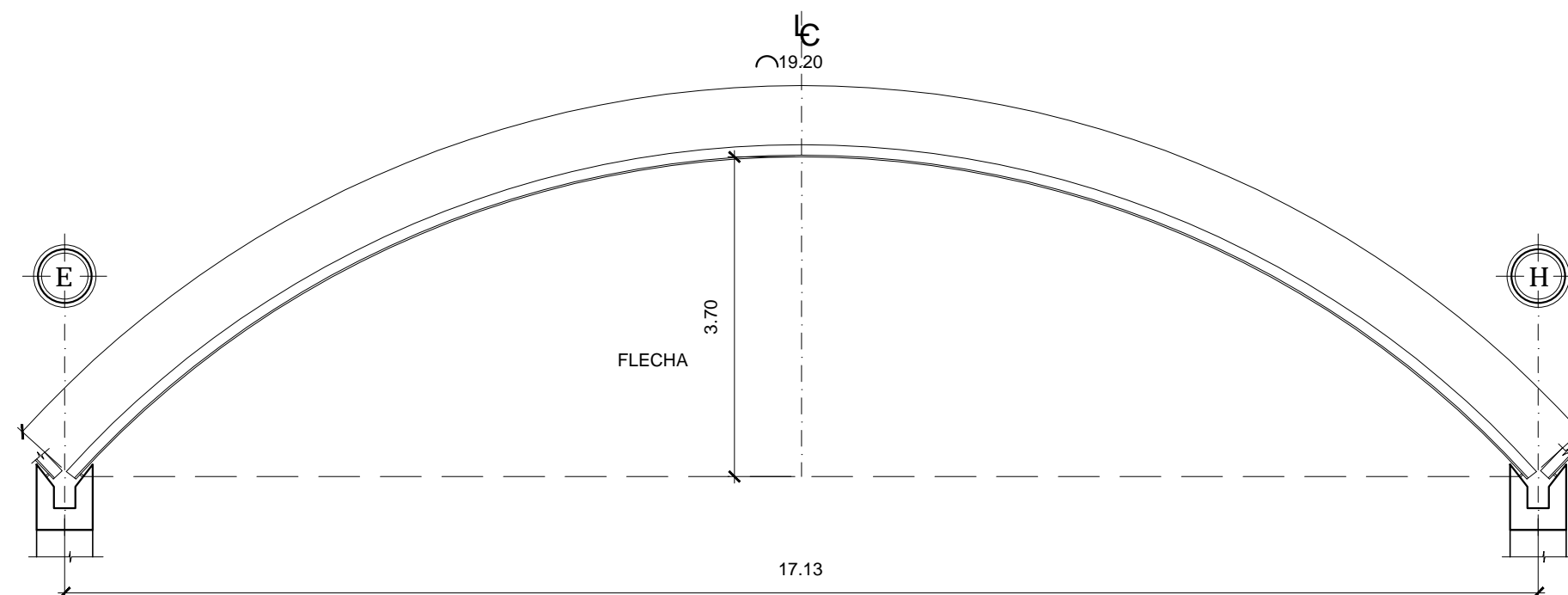
TECHO CURVO 2

ESCALA 1:75



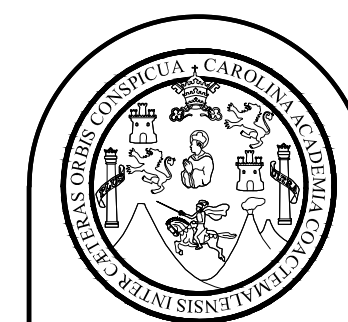
TECHO CURVO 3

ESCALA 1:75



TECHO CURVO 4

ESCALA 1:75



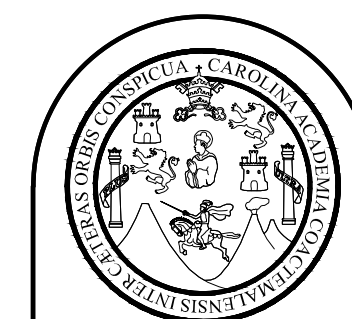
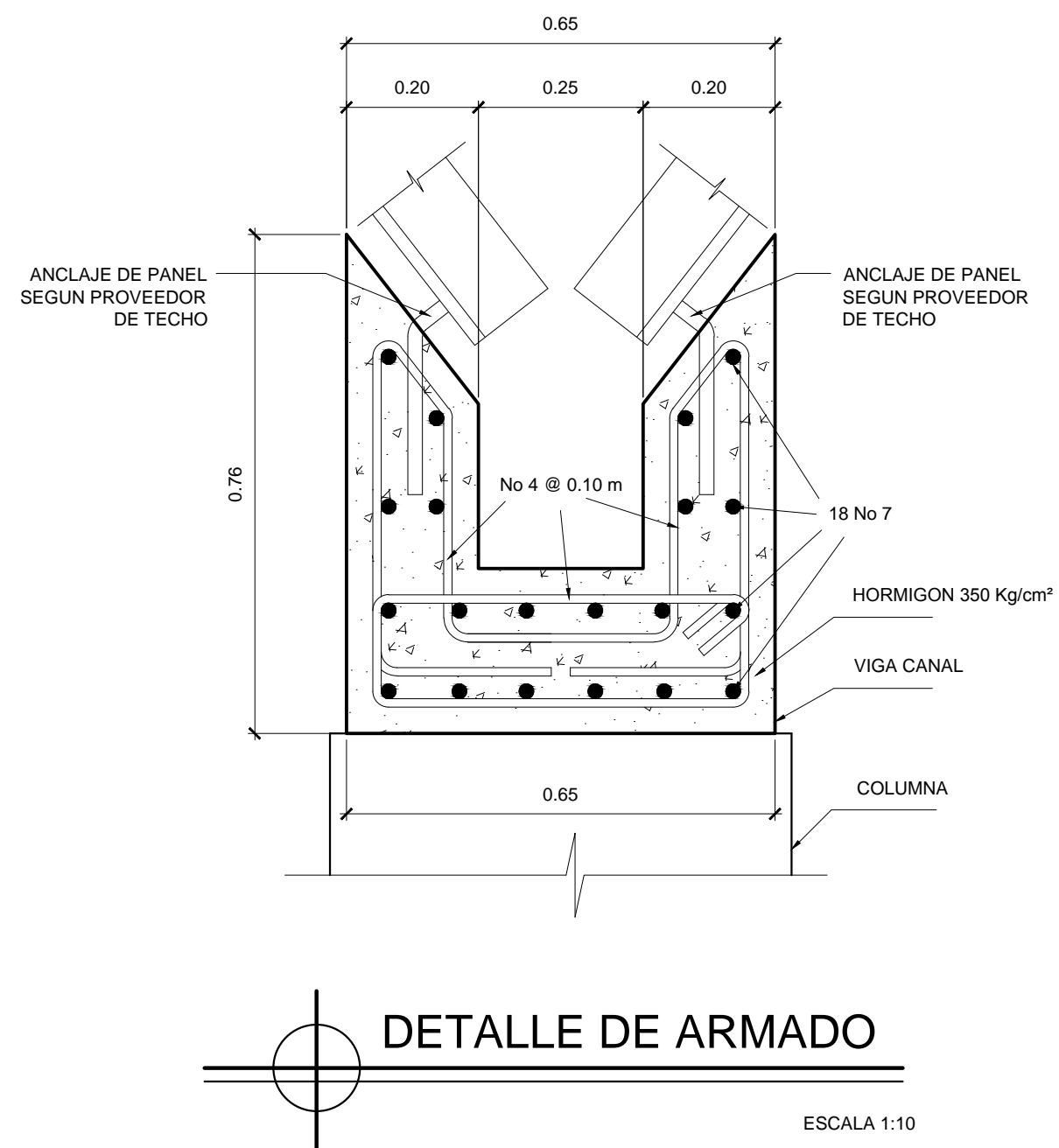
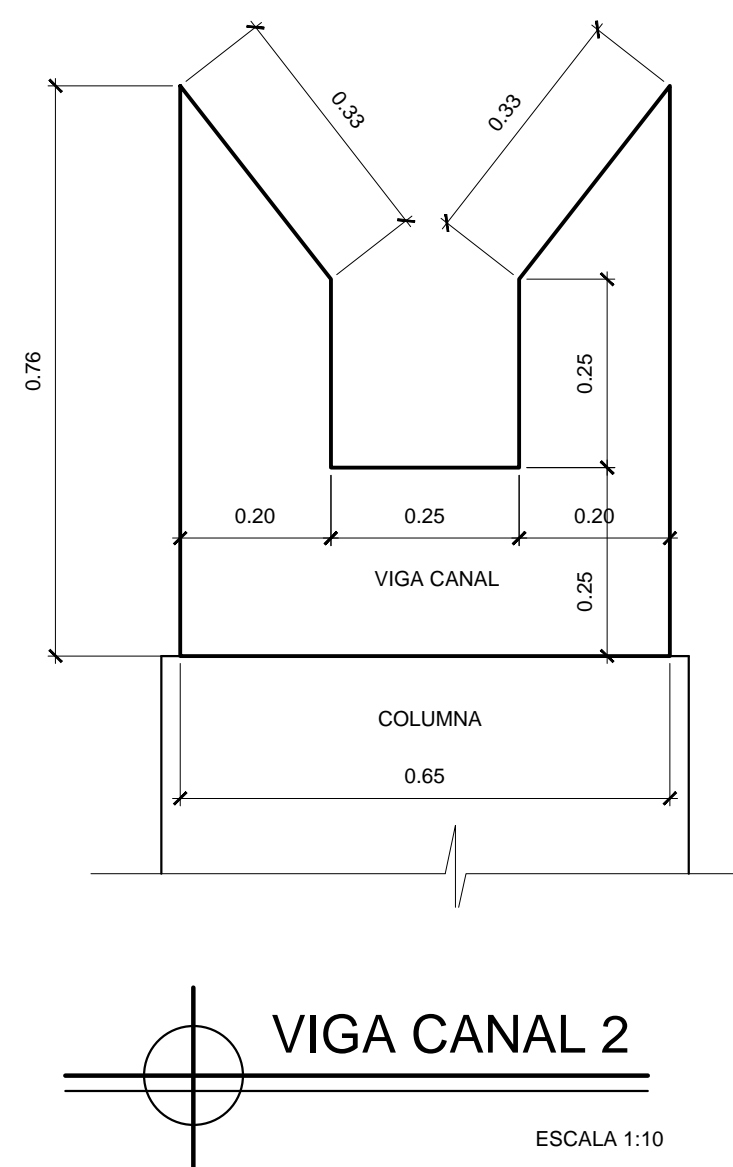
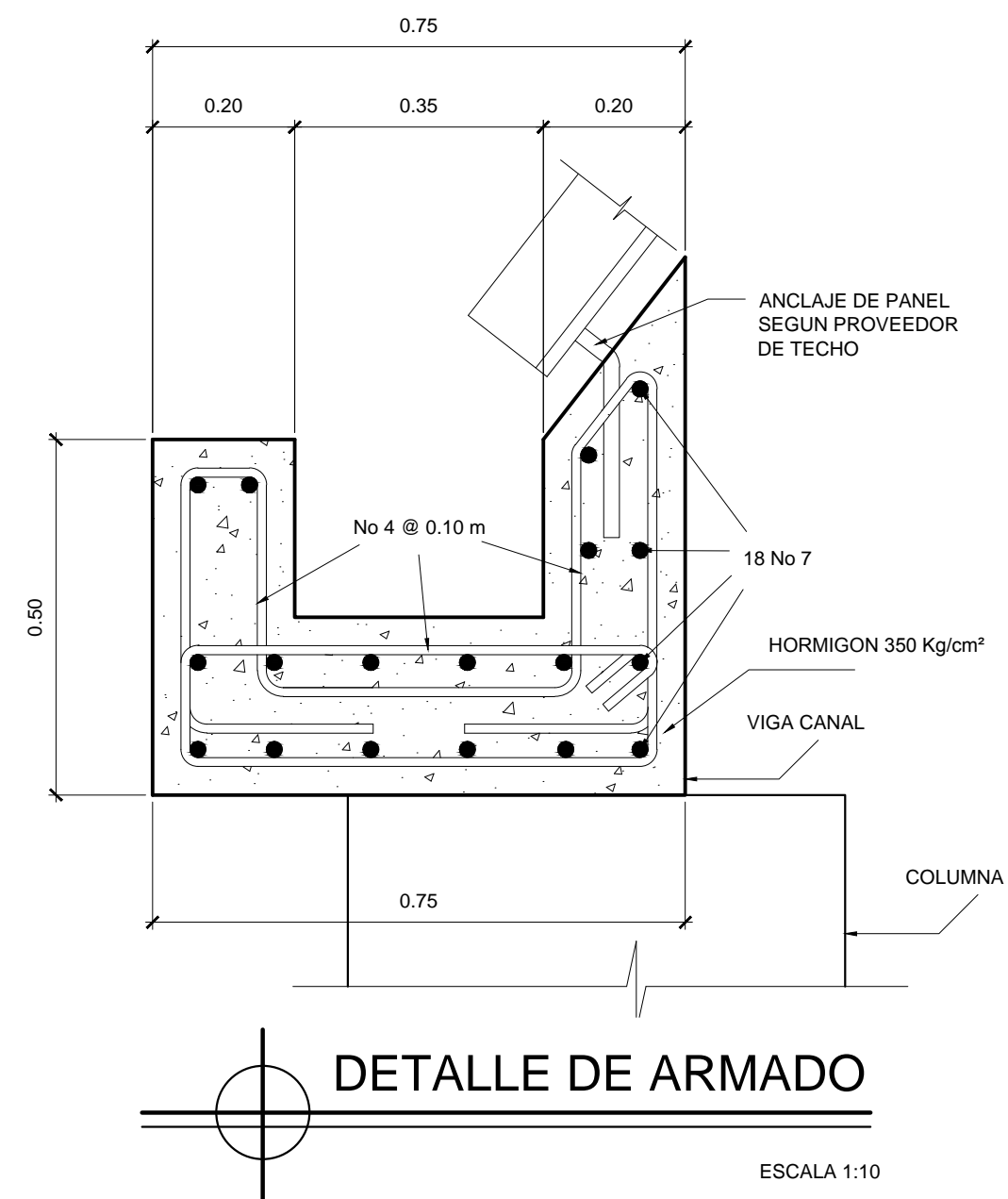
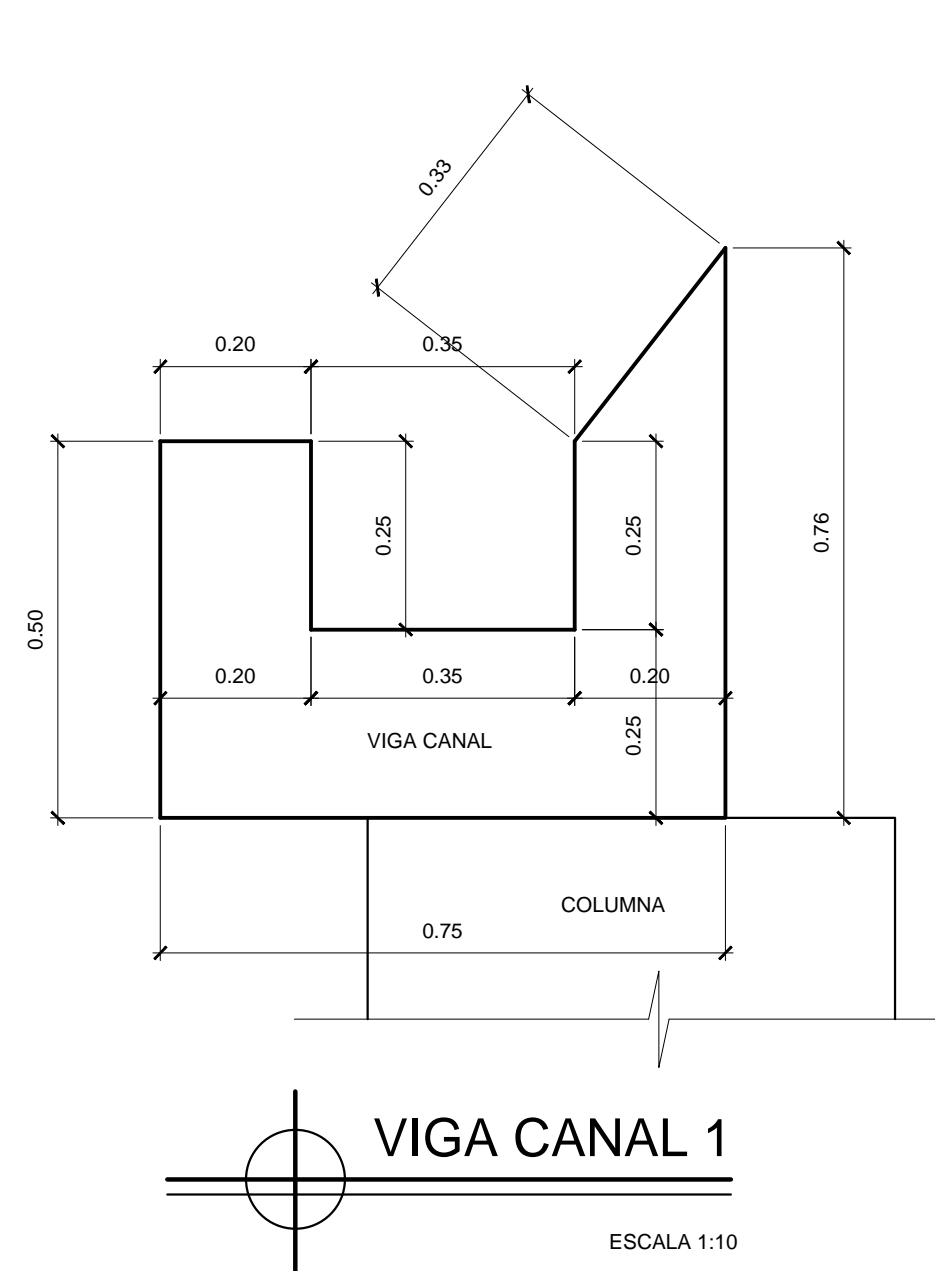
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
DETALLES DE TECHO CURVO

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 53 03
FECHA: JUNIO DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



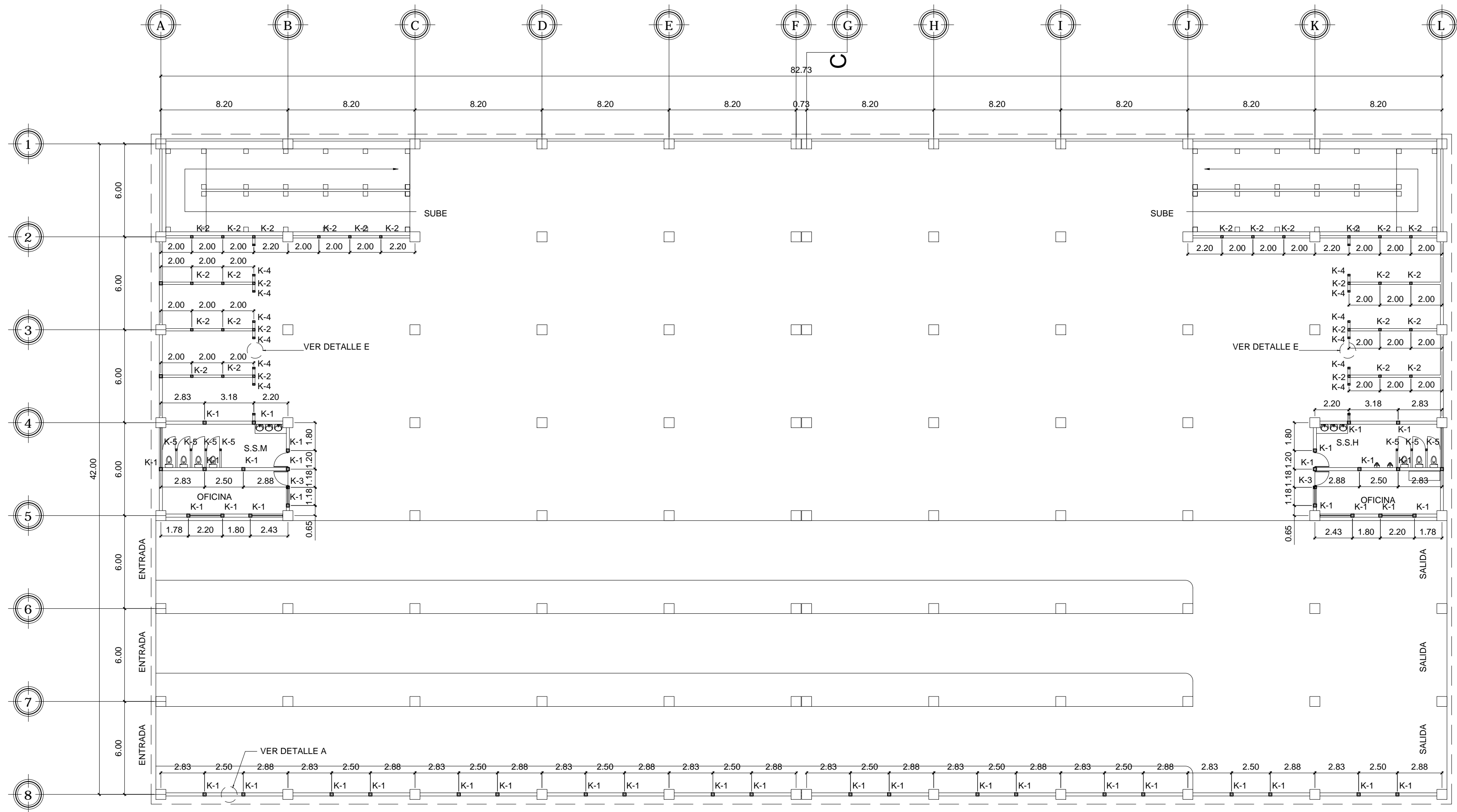
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPÁN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
DETALLES DE VIGA CANAL

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 54
FECHA: JUNIO DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	03

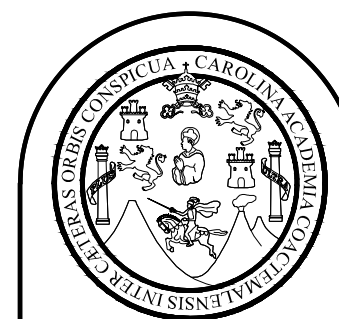
Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



PLANTA DE SOTANO AREA DE TERMINAL DE BUSES

ESCALA 1:200

SIMBOLOGIA	
	CASTILLO K-1
	CASTILLO K-2
	CASTILLO K-3
	CASTILLO K-4

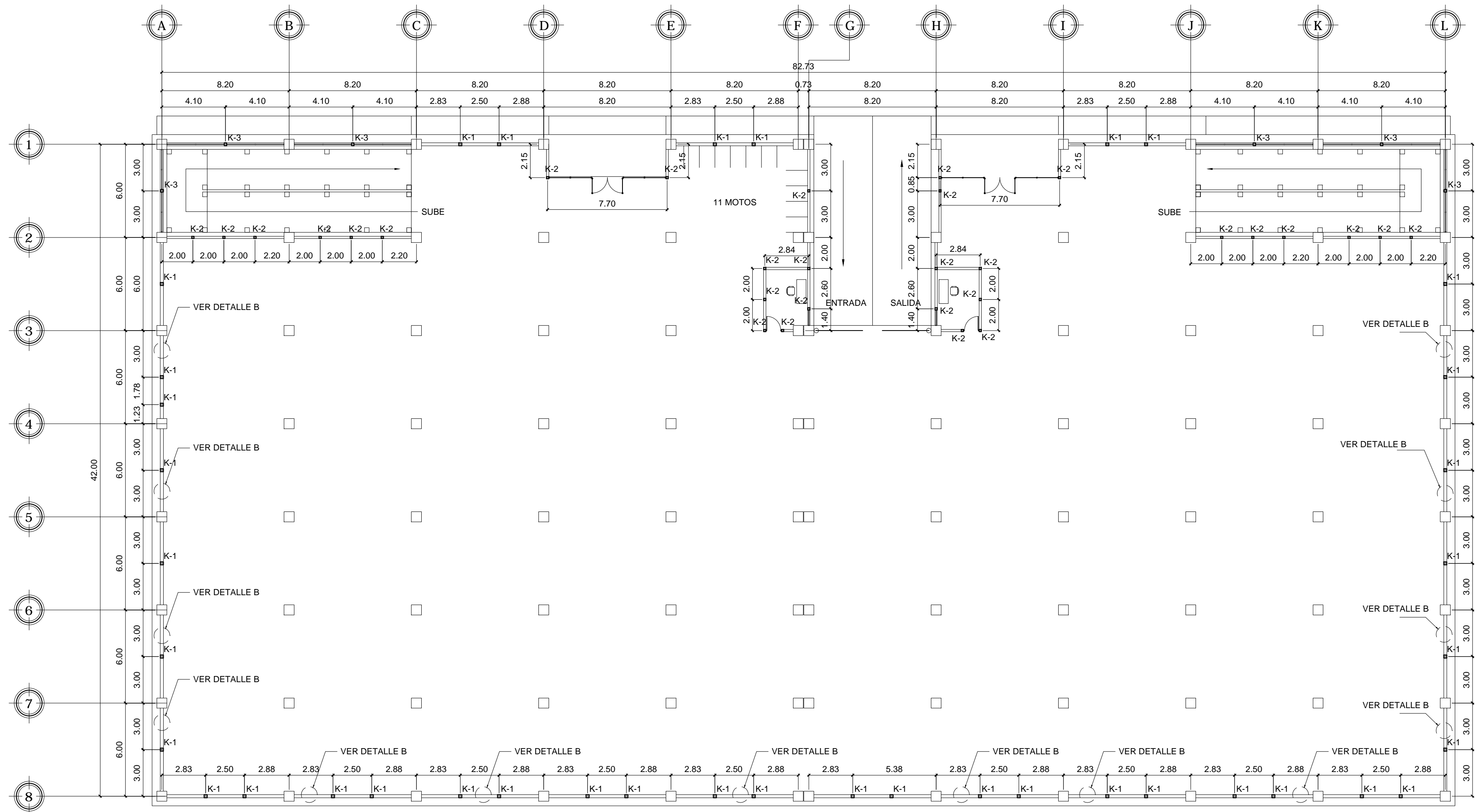


FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
DISTRIBUCION DE CASTILLOS EN MUROS, SOTANO

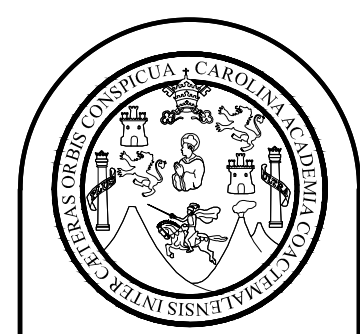
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 55
FECHA: JUNIO DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86



 **PLANTA DE PRIMER NIVEL AREA DE PARQUEO VEHICULAR**

ESCALA 1:200

SIMBOLOGIA	
	CASTILLO K-1
	CASTILLO K-2
	CASTILLO K-3

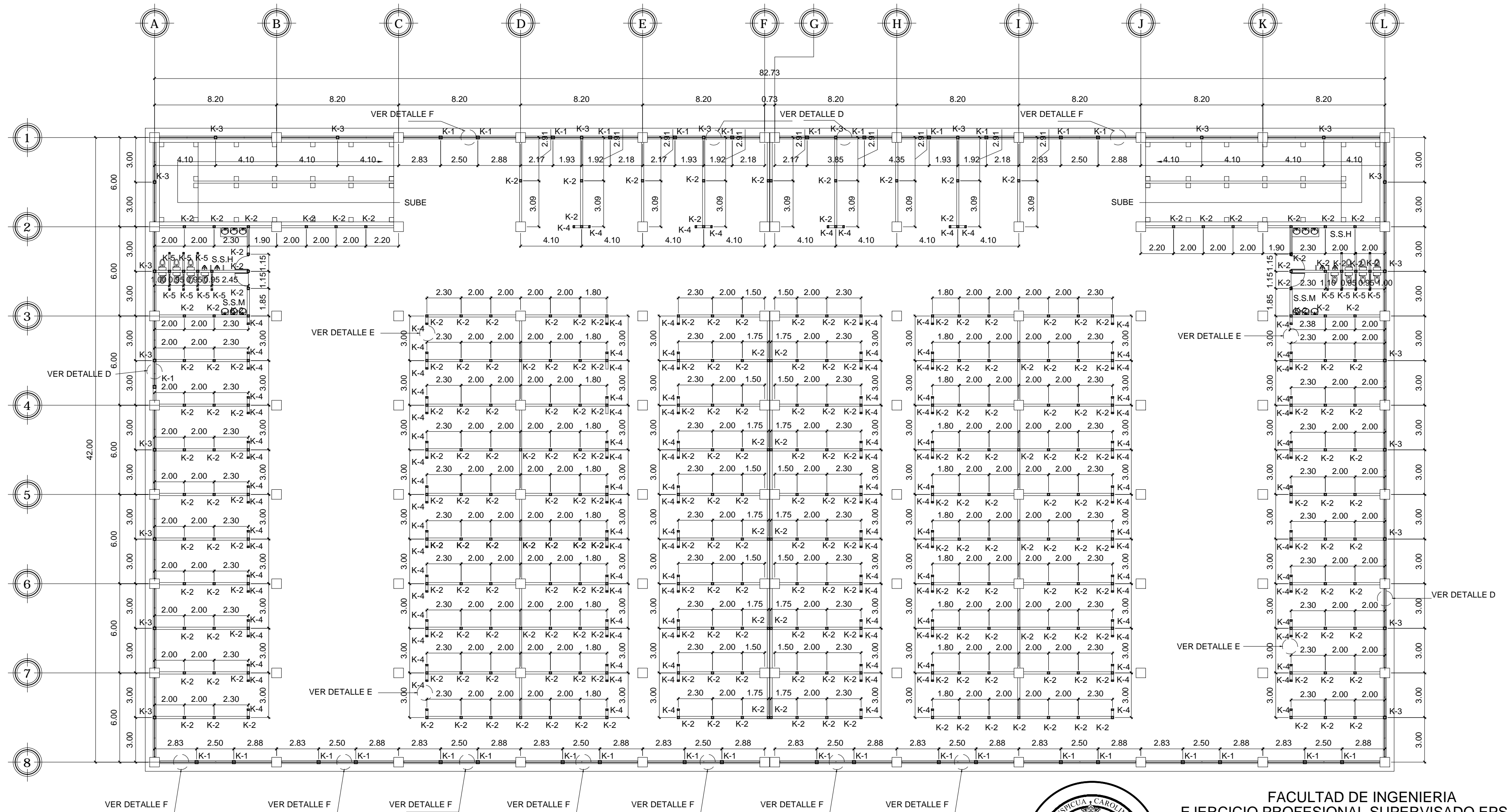


FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
DISTRIBUCION DE CASTILLOS EN MUROS, PRIMER NIVEL

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 56 86
FECHA: JUNIO DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	

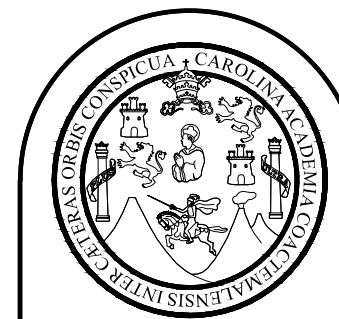


PLANTA DE SEGUNDO NIVEL AREA DE LOCALES

ESCALA 1:200

SIMBOLOGIA

▣ K-1	CASTILLO K-1
▣ K-2	CASTILLO K-2
▣ K-3	CASTILLO K-3
▣ K-4	CASTILLO K-4



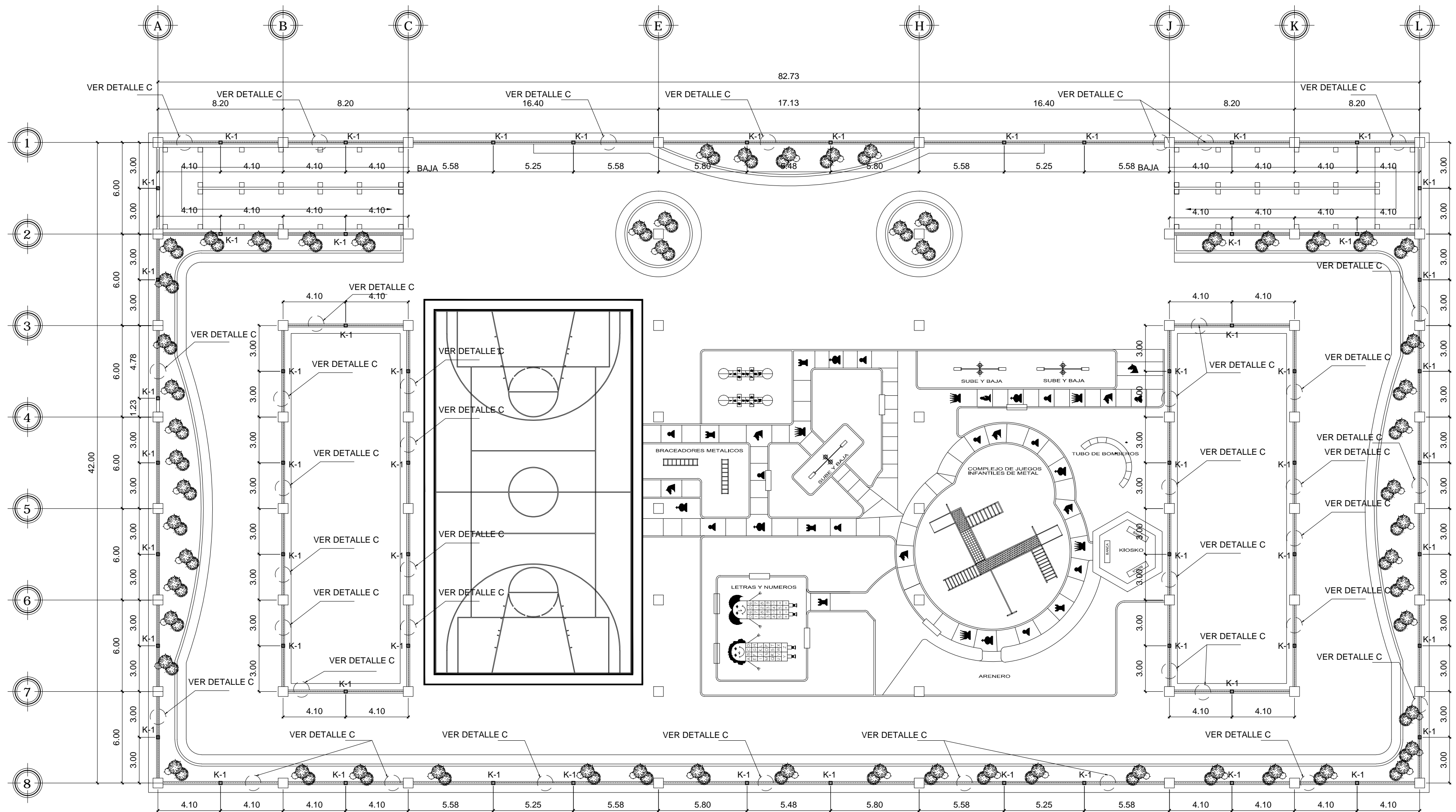
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
DISTRIBUCION DE CASTILLOS EN MUROS, SEGUNDO NIVEL

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 57
FECHA: JUNIO DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

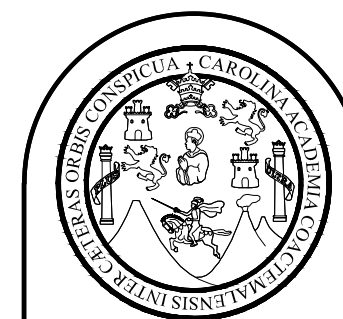
Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



PLANTA DE TERCER NIVEL AREA DE PARQUE RECREACIONAL

ESCALA 1:200

SIMBOLOGIA	
	CASTILLO K-1



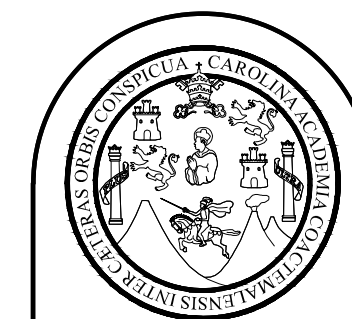
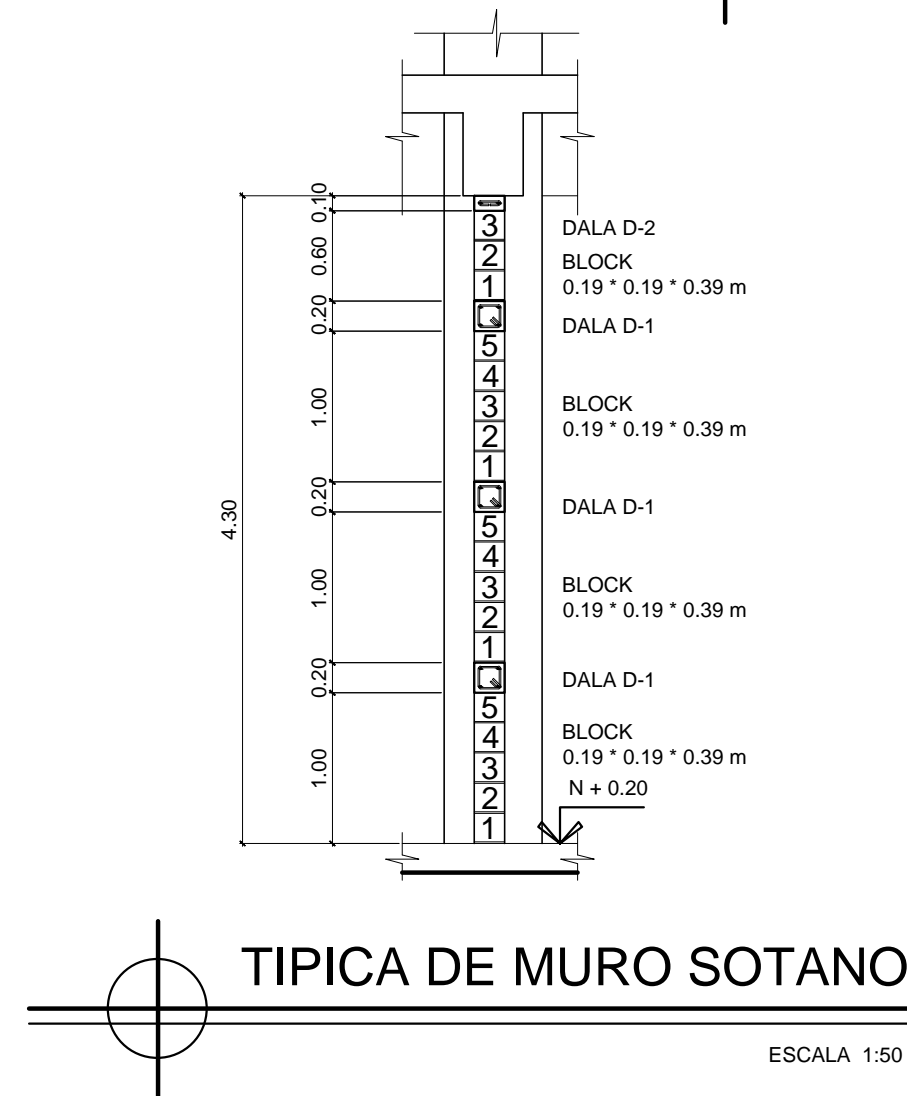
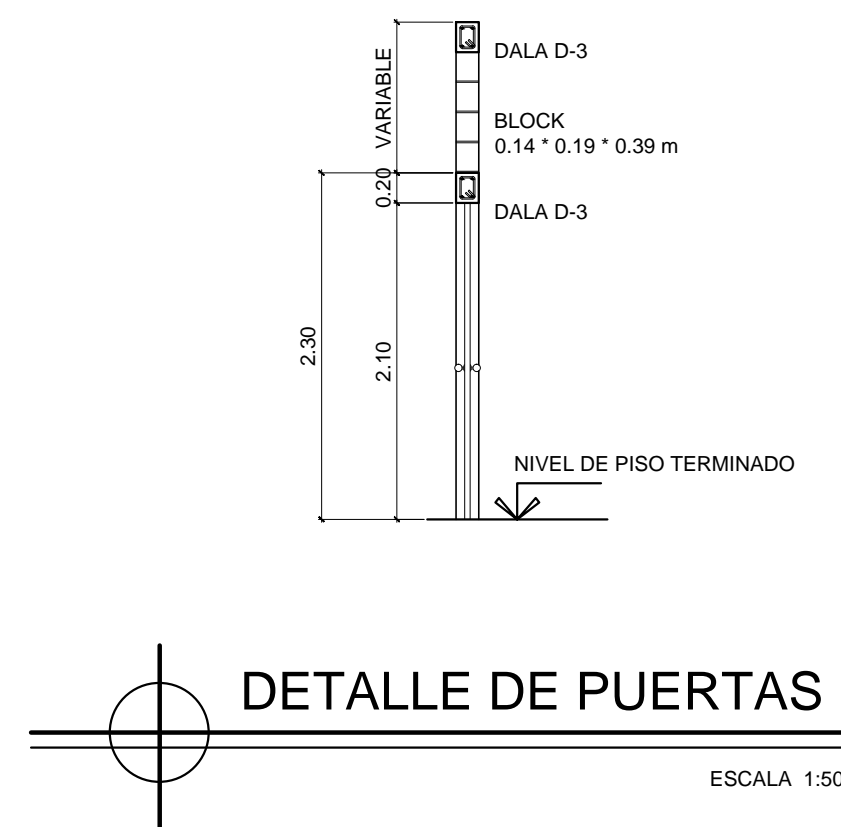
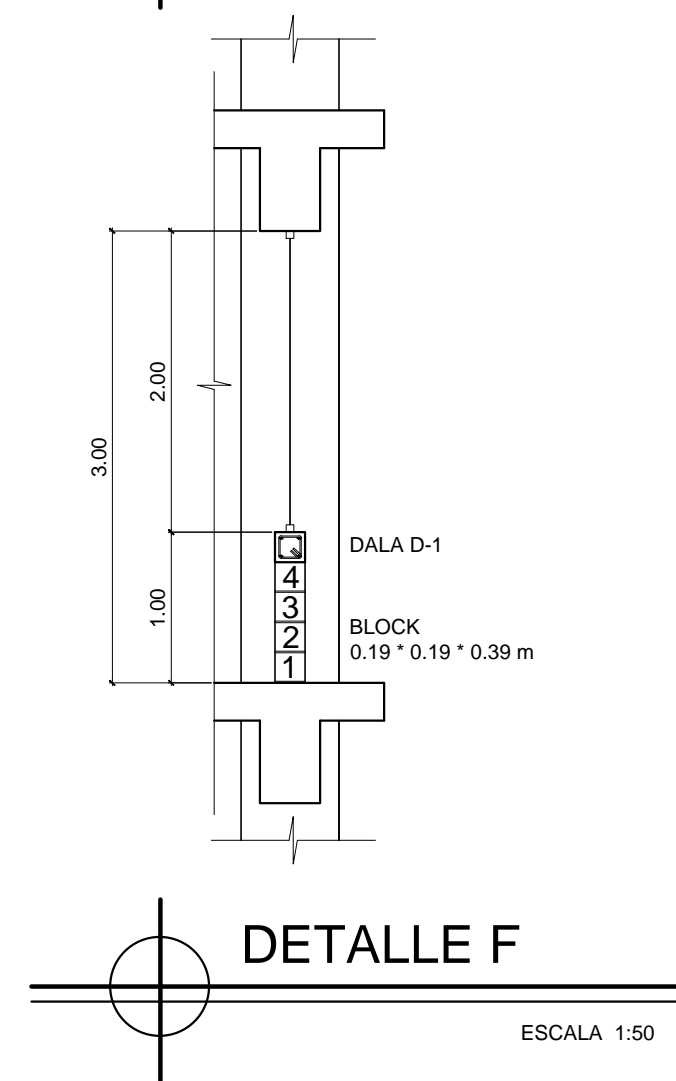
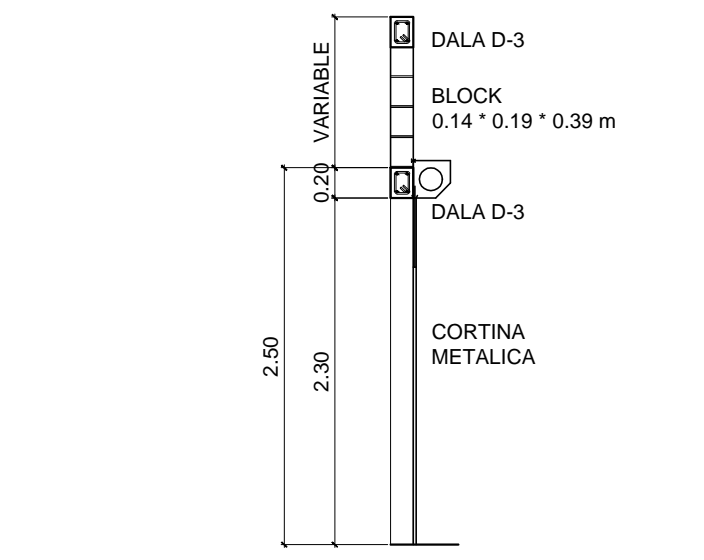
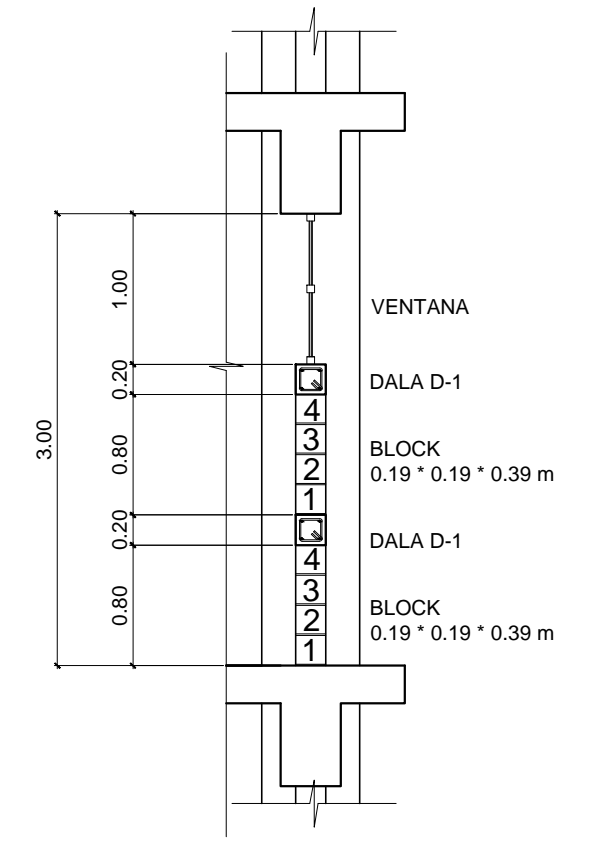
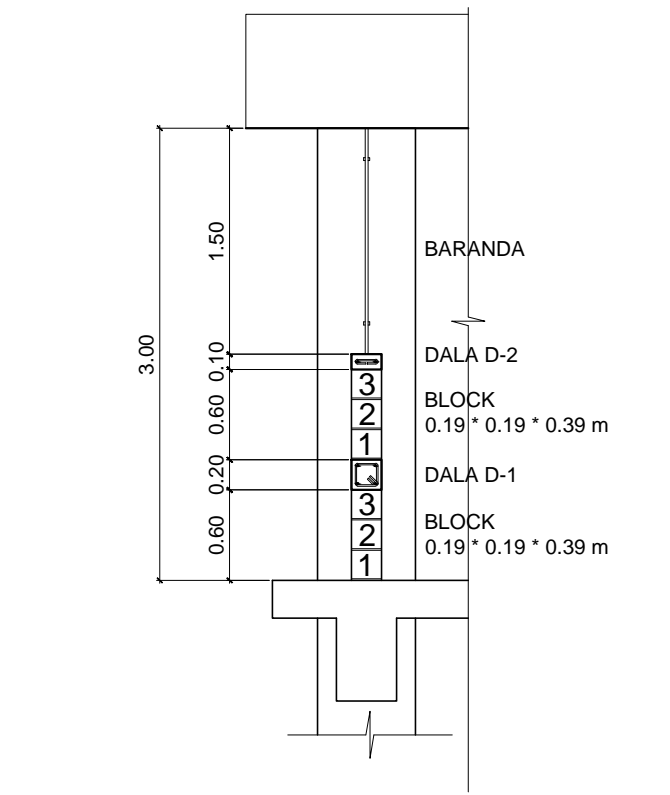
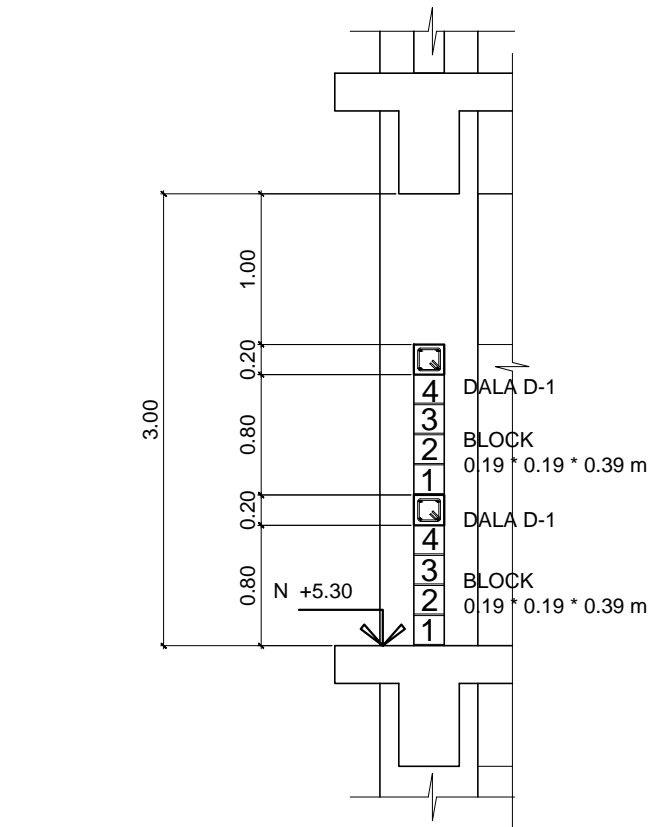
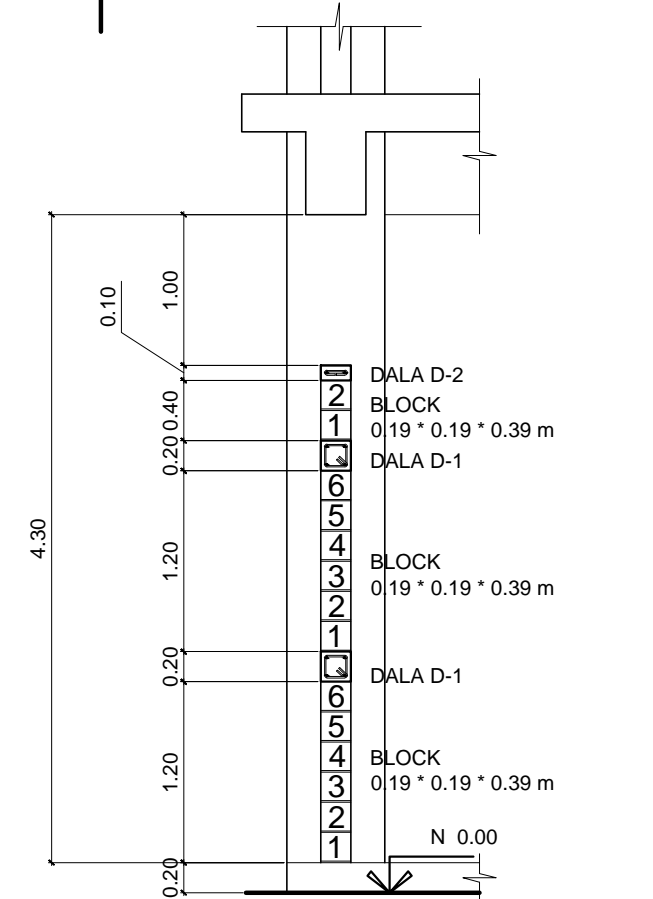
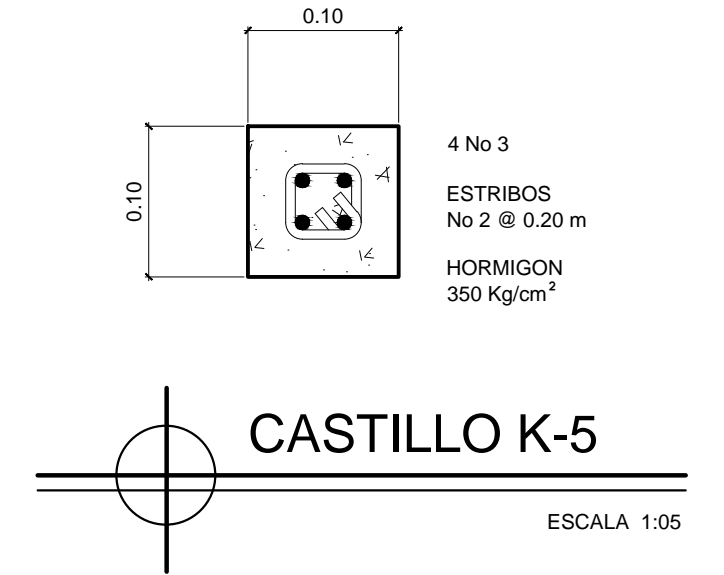
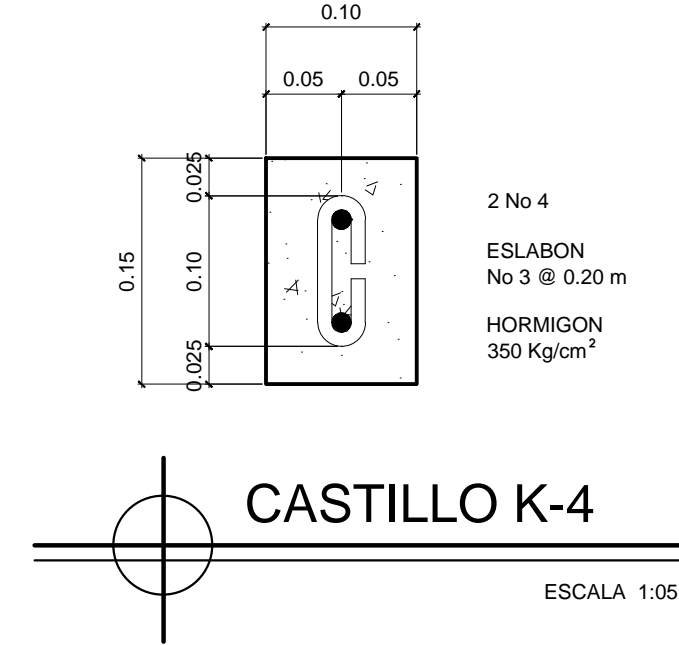
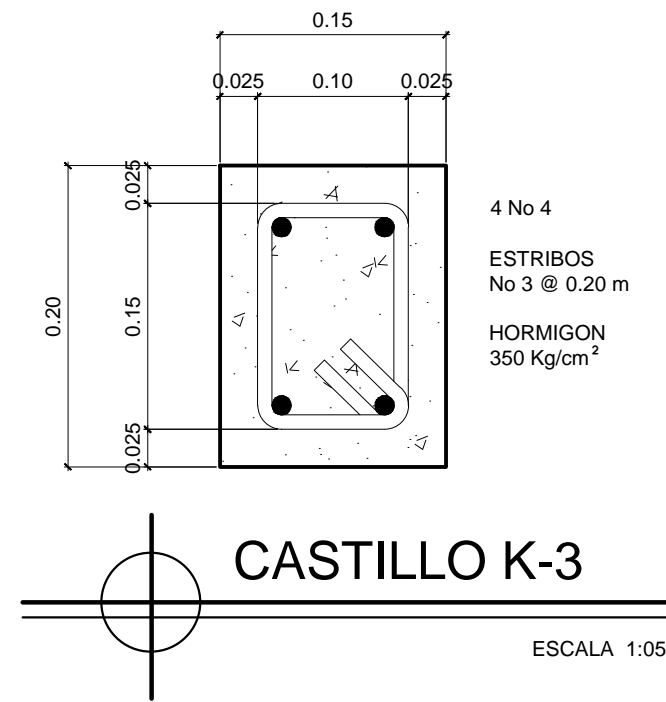
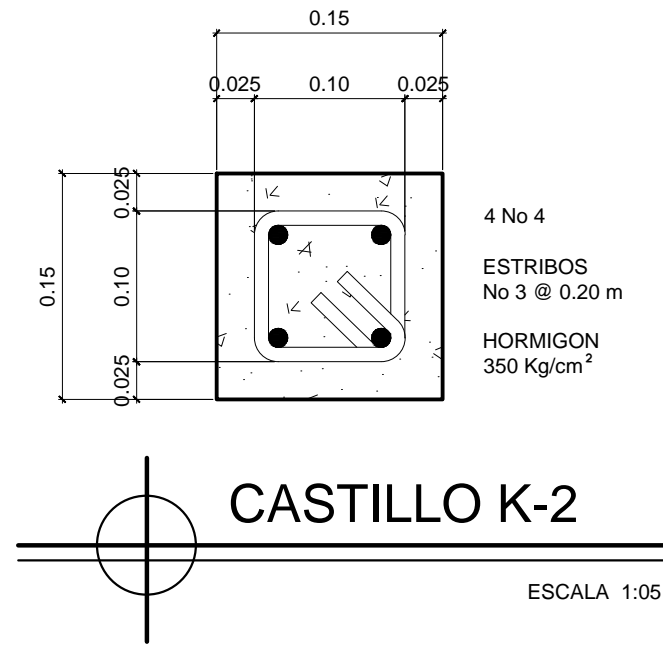
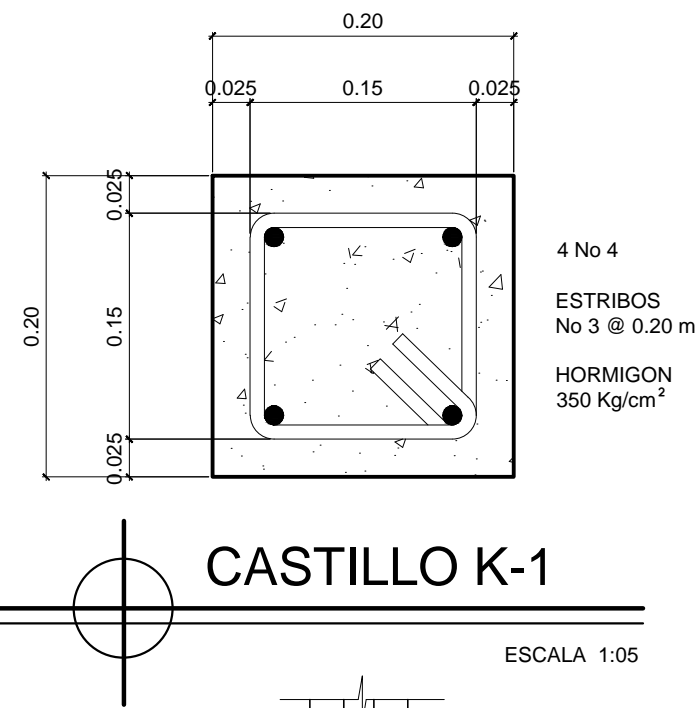
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
DISTRIBUCION DE CASTILLO EN MUROS, TERCER NIVEL

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 58 86
FECHA: JUNIO DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



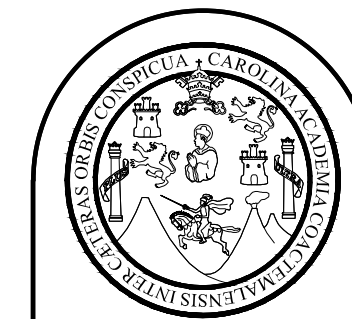
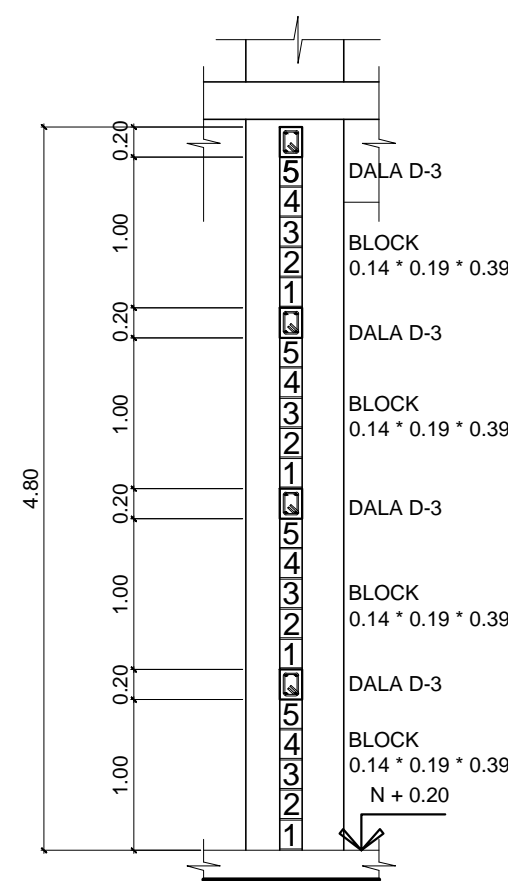
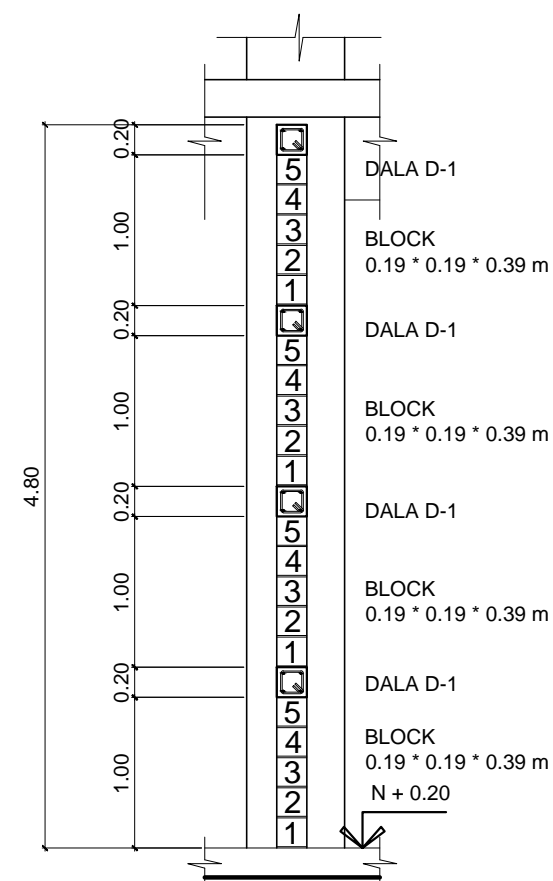
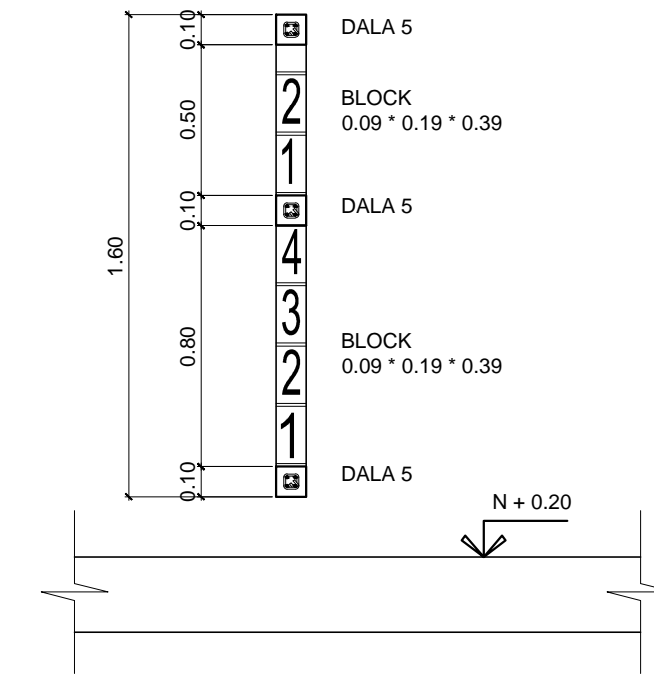
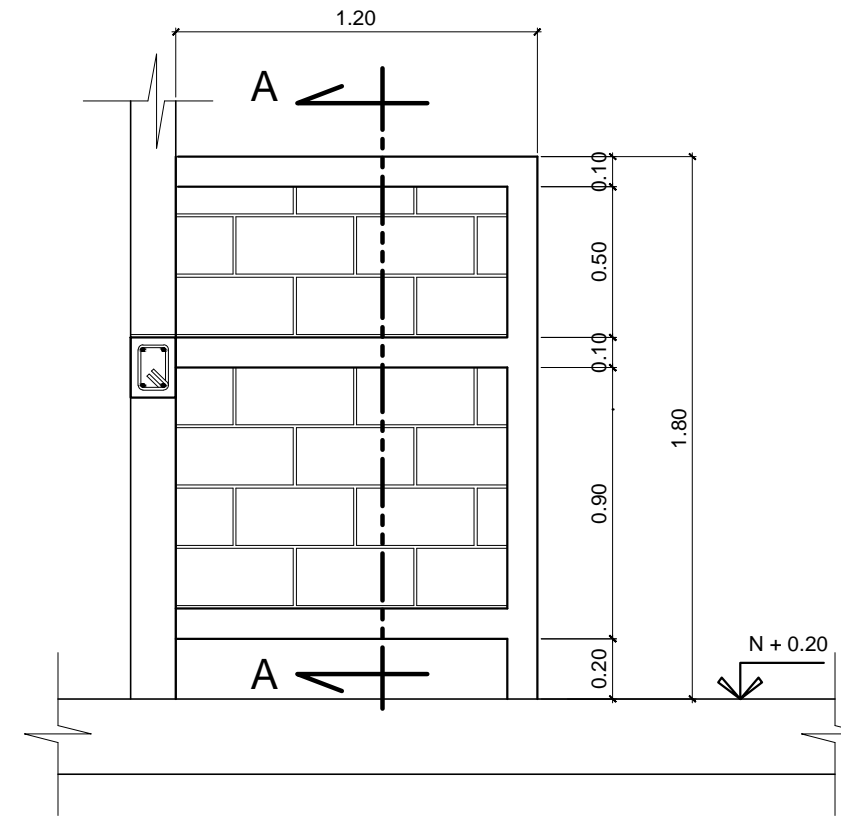
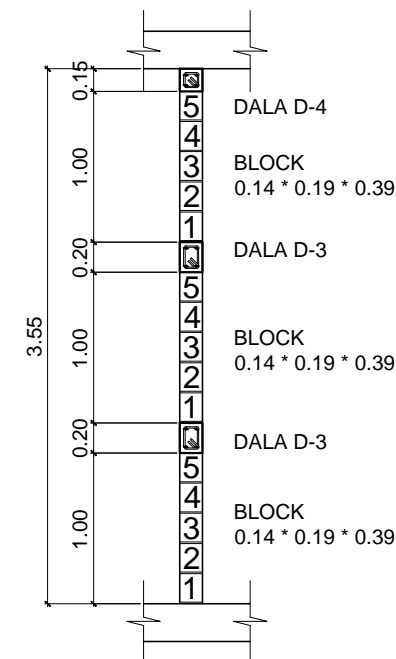
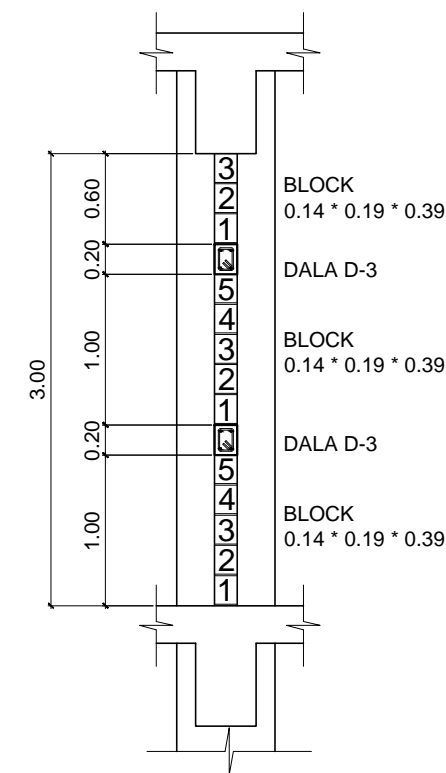
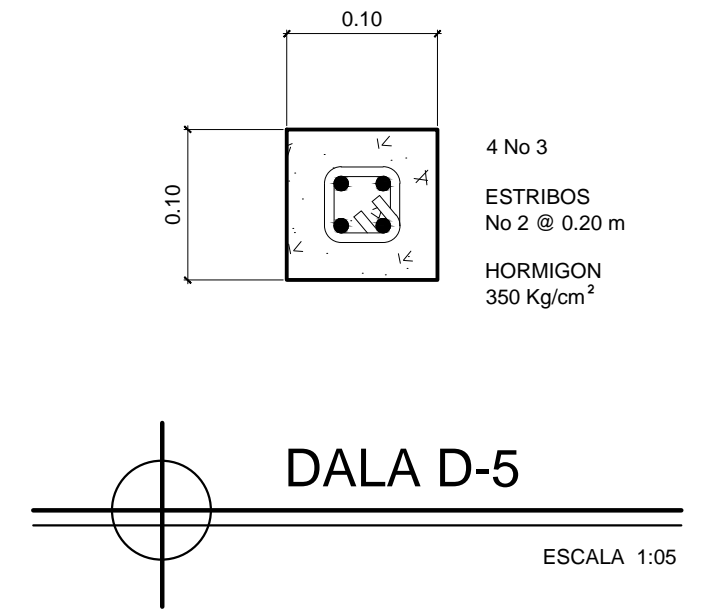
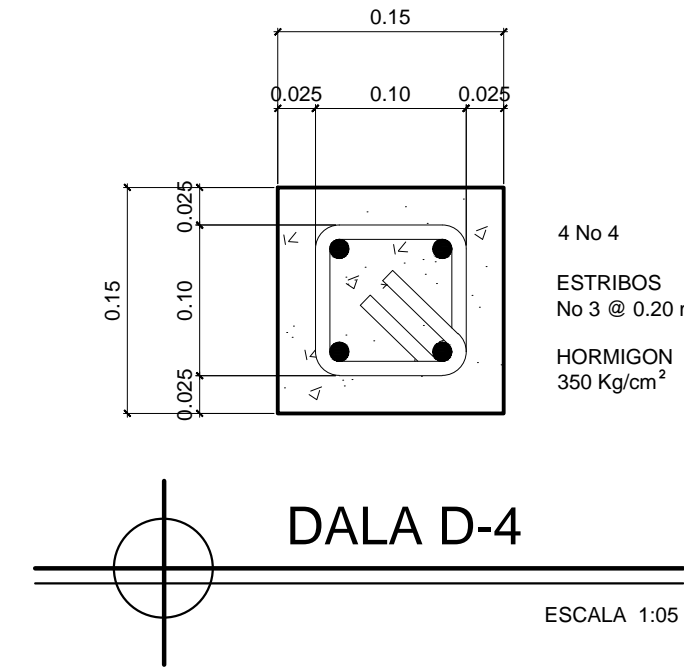
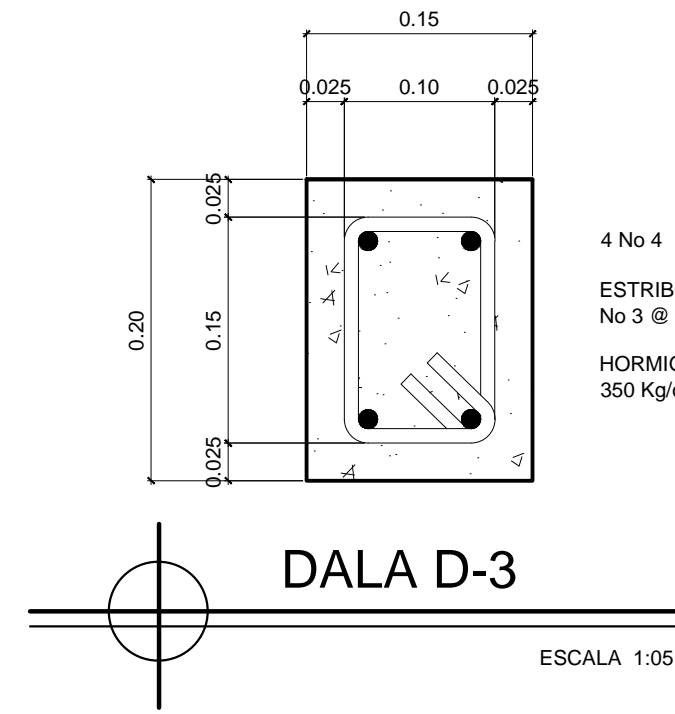
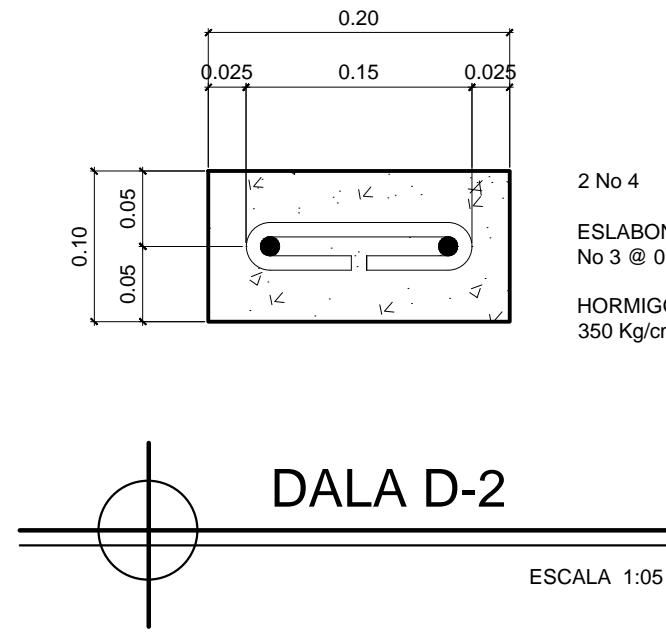
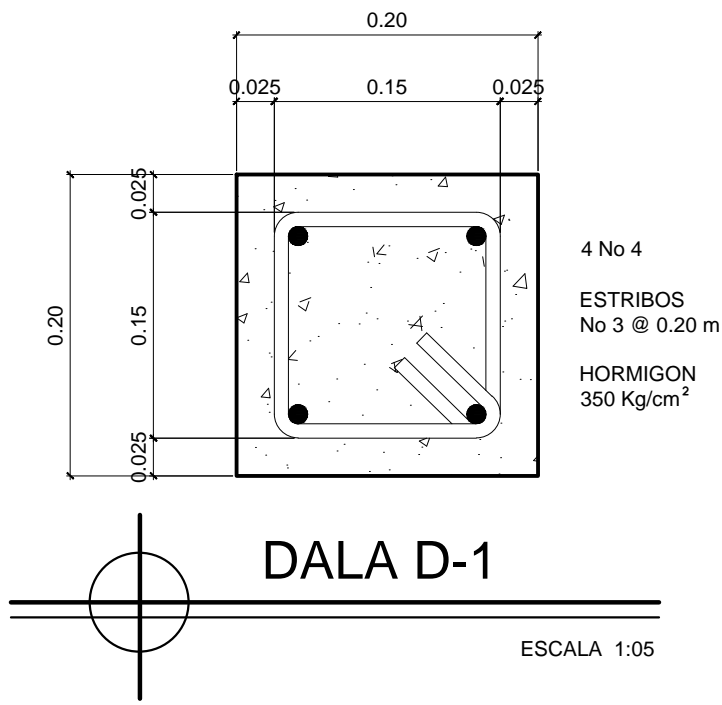
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
DETALLES DE CASTILLOS Y MUROS

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 59
FECHA: JUNIO DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



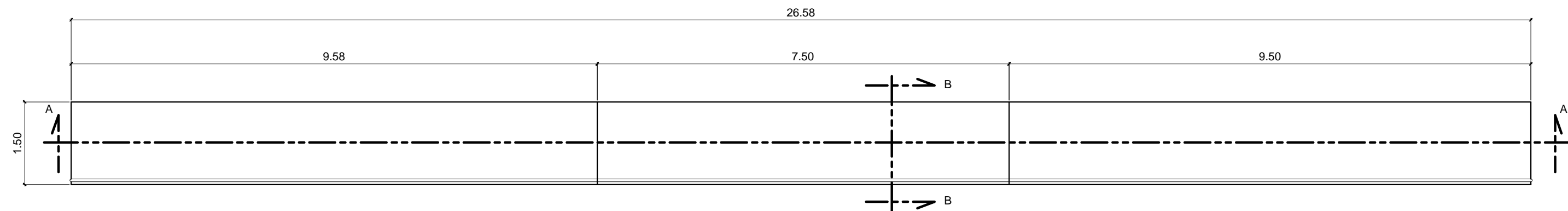
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
DETALLES DE DALAS Y MUROS DE BAÑOS

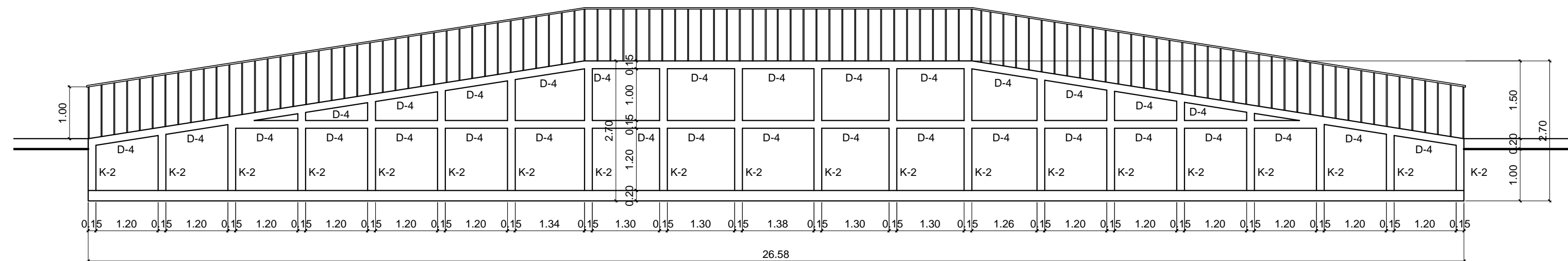
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 60
FECHA: JUNIO DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



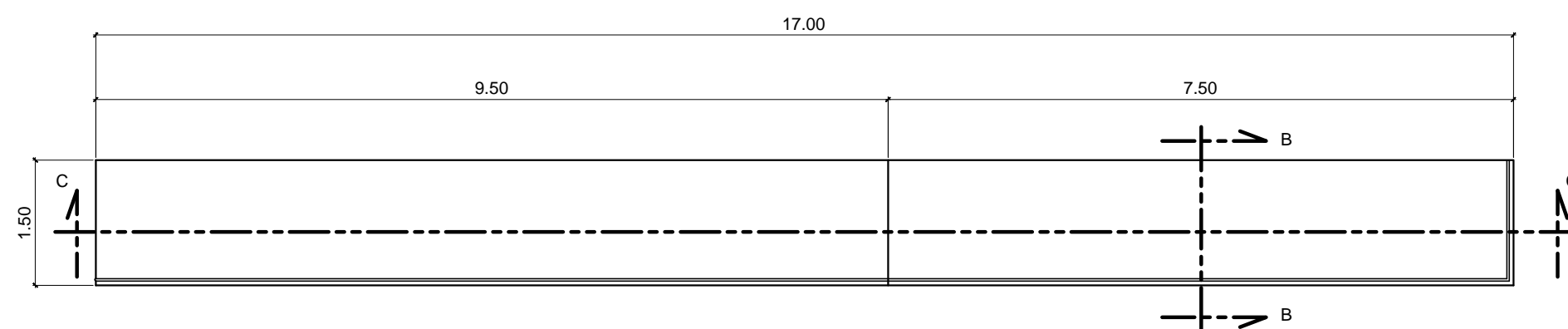
PLANTA DE RAMPA DE INGRESO A MODULO 1

ESCALA 1:75



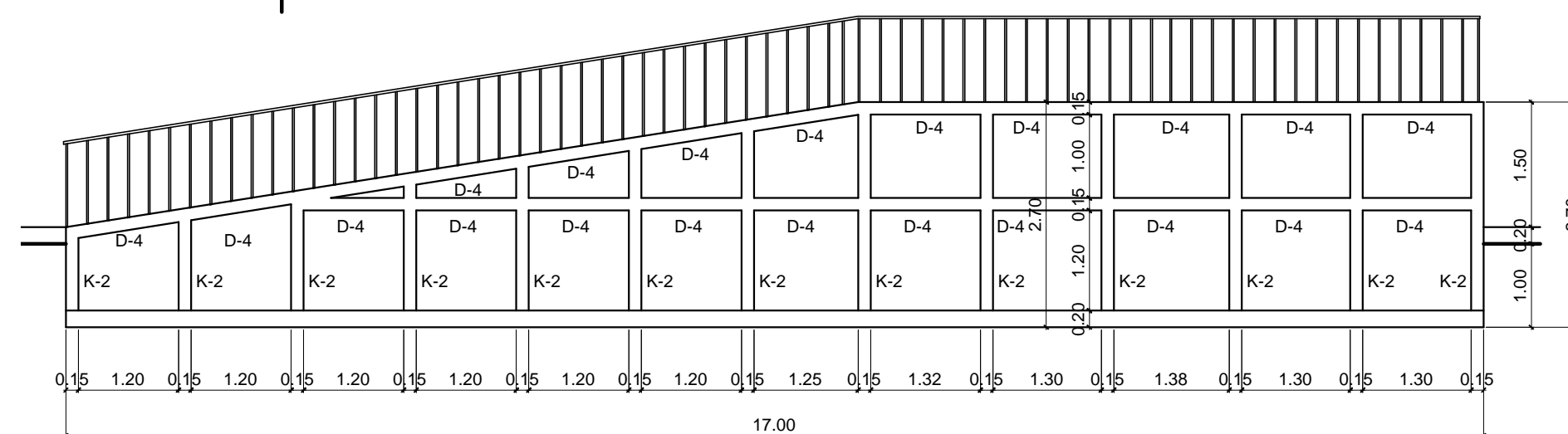
ELEVACION DE RAMPA DE INGRESO A MODULO 1

ESCALA 1:75



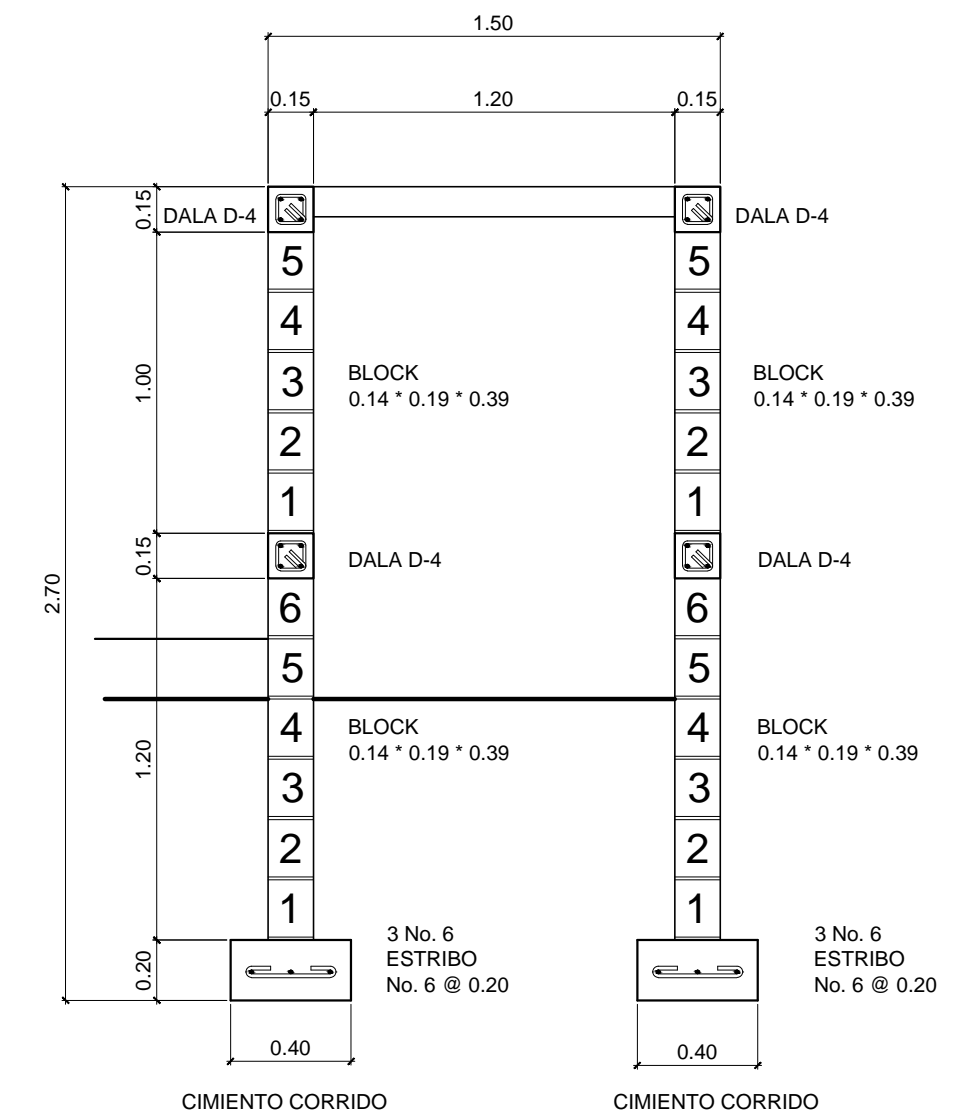
PLANTA DE RAMPA DE INGRESO MODULO 2

ESCALA 1:75



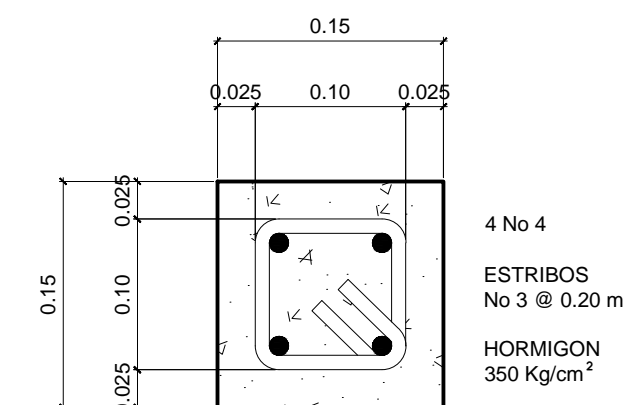
ELEVACION RAMPA DE INGRESO MODULO 2

ESCALA 1:75



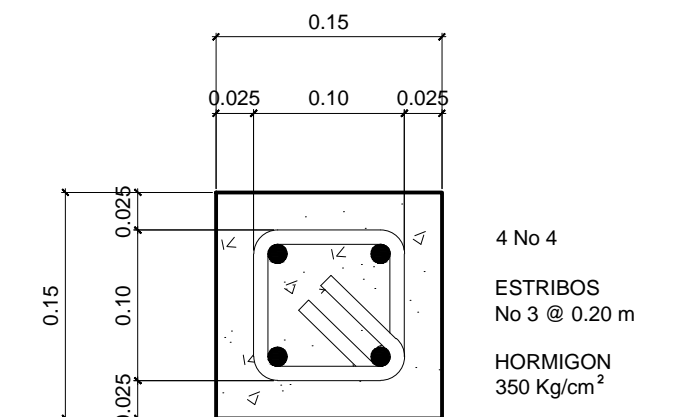
SECCION B-B

ESCALA 1:25



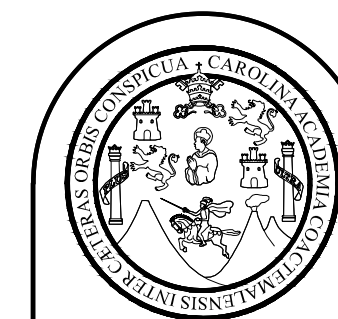
CASTILLO K-2

ESCALA 1:05



DALA D-4

ESCALA 1:05



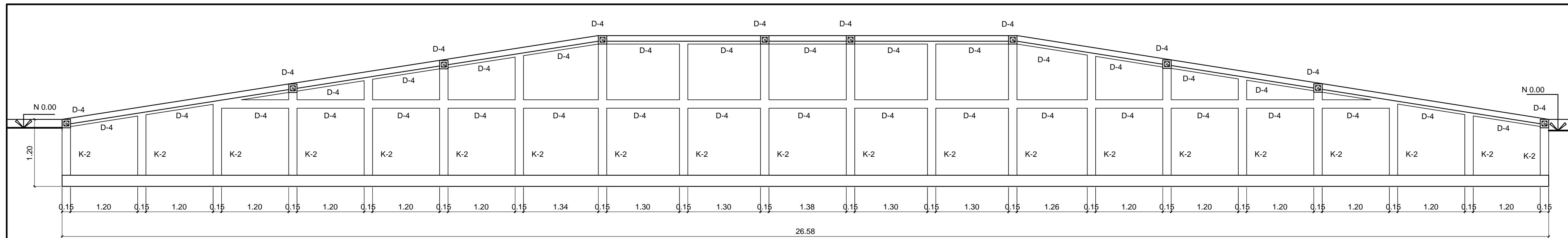
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
RAMPA DE INGRESO PRINCIPAL A MODULO 1 Y MODULO 2

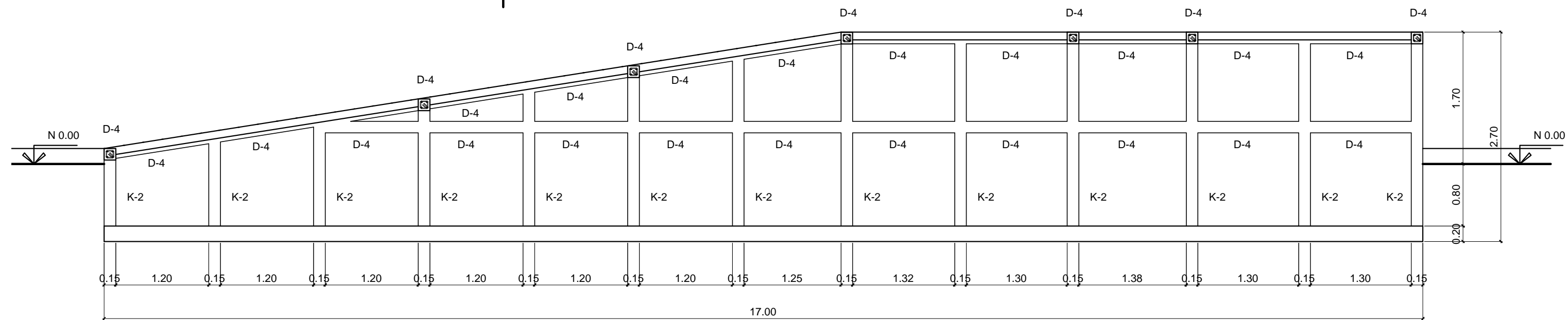
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 61
FECHA: JULIO DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



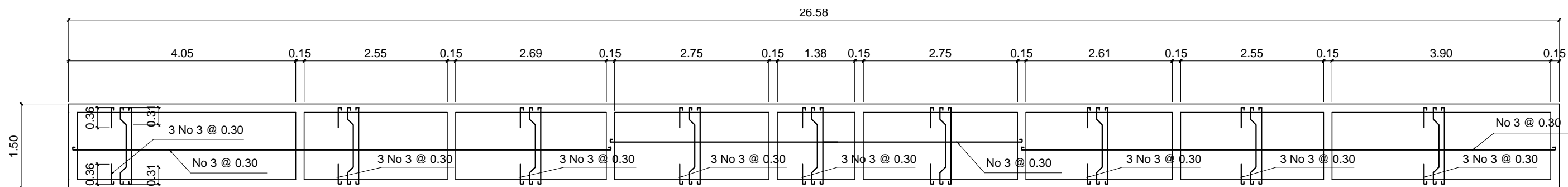
SECCION A-A RAMPA DE INGRESO A MODULO 1

ESCALA 1:50



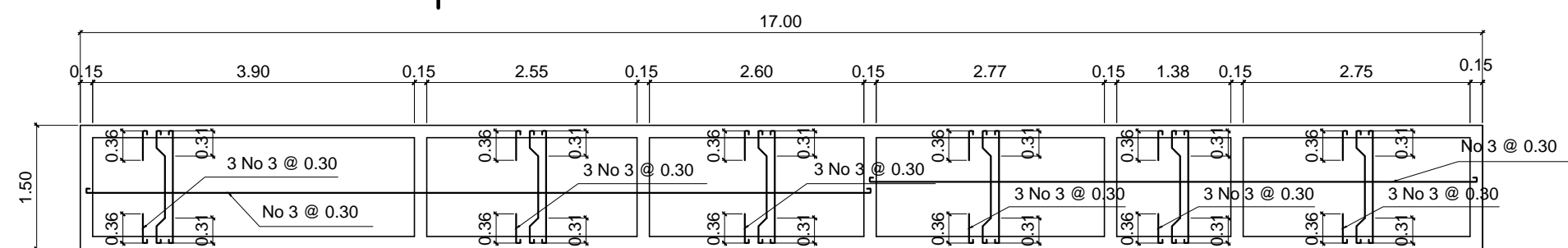
SECCION C-C RAMPA DE INGRESO A MODULO 2

ESCALA 1:50



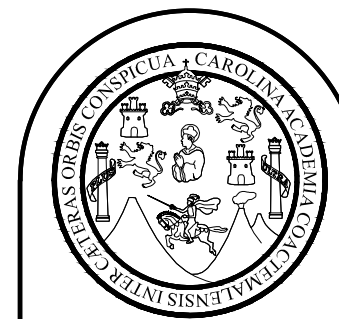
PLANTA DE RAMPA DE INGRESO A MODULO 1

ESCALA 1:75



PLANTA DE RAMPA DE INGRESO MODULO 2

ESCALA 1:75



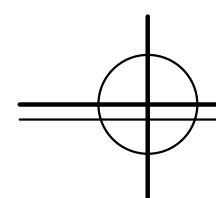
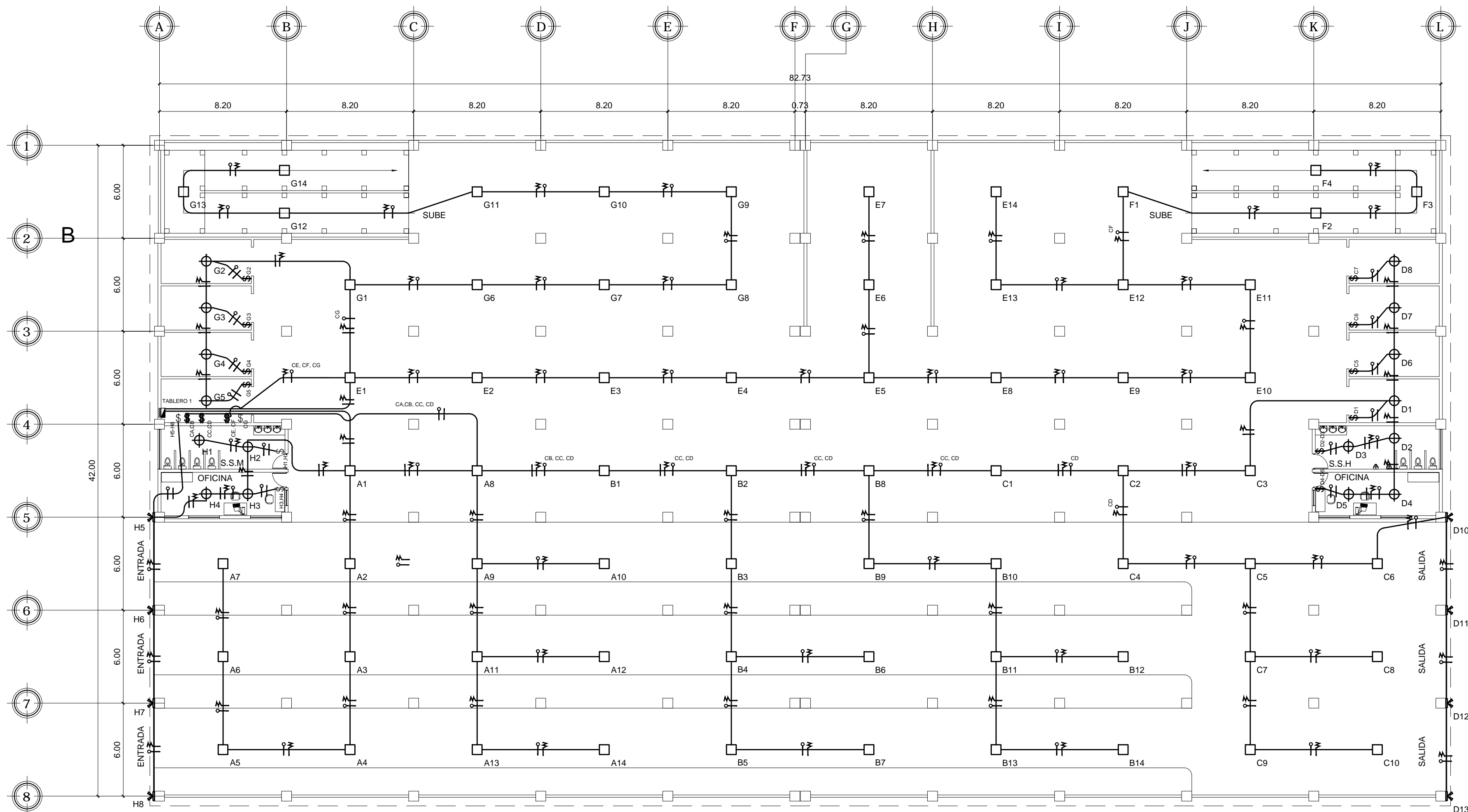
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
SECCIONES DE RAMPAS DE INGRESO Y DETALLES DE ARMADO DE LOSA

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 62
FECHA: JULIO DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



PLANTA DE ILUMINACION DE SOTANO AREA DE TERMINAL DE BUSES

ESCALA 1:200

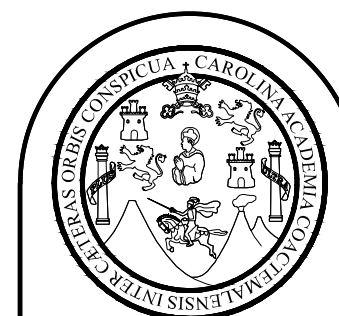
SIMBOLOGIA DE ELECTRICIDAD

	TABLERO DE DISTRIBUCION
	LAMPARA MULTIVOLTAJE SOBREPONER 175 W / 220V
	LAMPARA AHORRADORA 65 W / 110 V
	REFLECTOR DOBLE 150 W / 110 V
	INTERRUPTOR DOBLE h 1.10
	INTERRUPTOR SIMPLE h 1.10
	DUCTO SOBREPUESTO EN TECHO, DIAMETRO SEGUN CANTIDAD DE CABLES QUE CONDUCE
	CONDUCTOR NEUTRO 12 AWG
	CONDUCTOR POSITIVO 12 AWG
	RETORNO No. 12

PLANILLA DE CIRCUITOS

CIRCUITO UNIDADES

	ILUMINACION 220 V	ILUMINACION 110 V
A	14	0
B	14	0
C	10	0
D	0	13
E	14	0
F	4	0
G	10	4
H	0	8



FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN

DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO

PLANO DE:
PLANTA DE ILUMINACION DE TERMINAL DE BUSES

ESCALA: INDICADA

DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA

HOJA

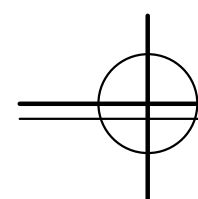
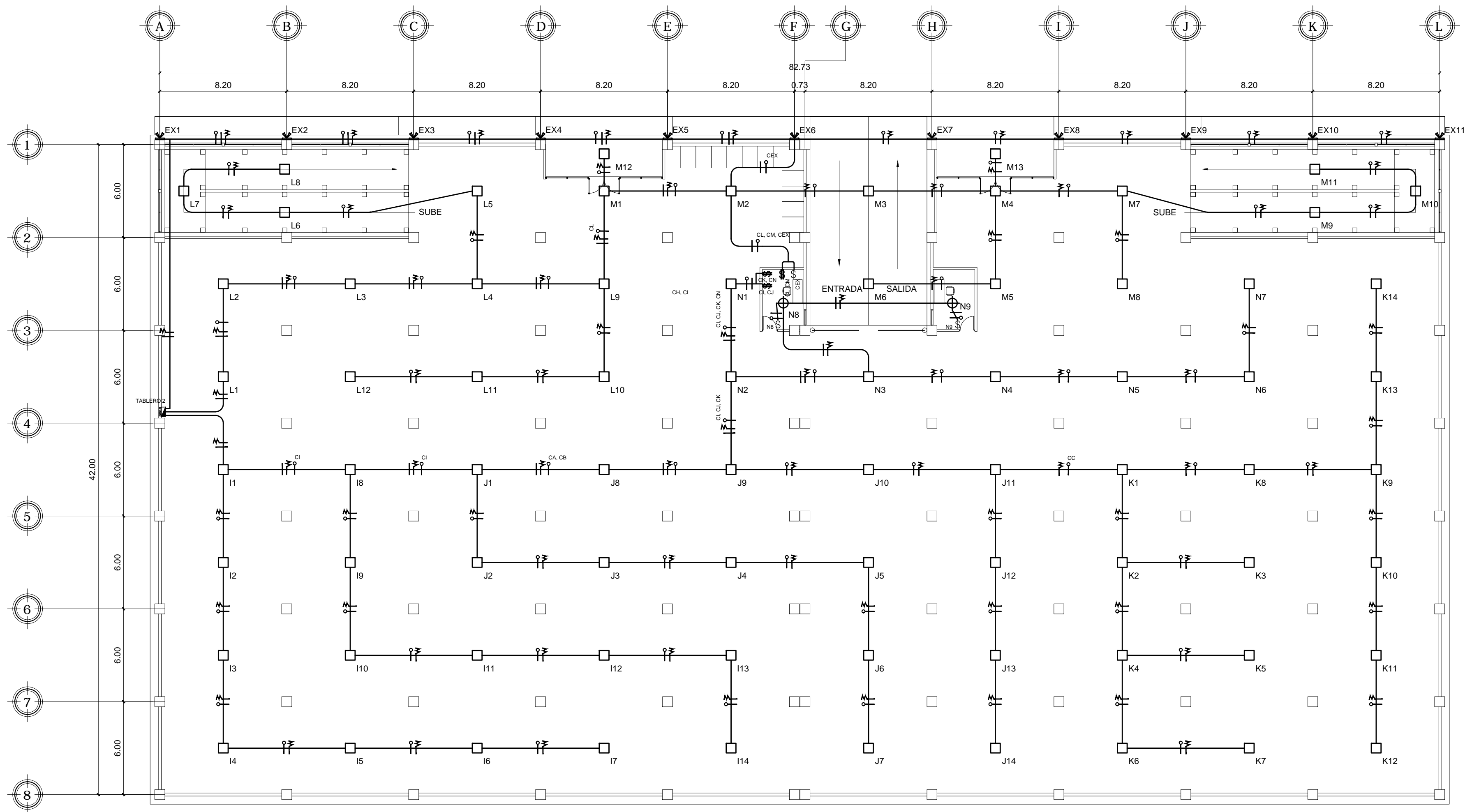
FECHA: MAYO DE 2015

DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA

63

86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



PLANTA DE ILUMINACION DE PRIMER NIVEL AREA DE PARQUEO VEHICULAR

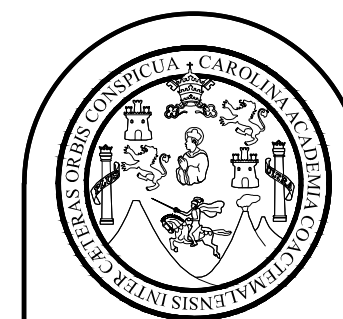
ESCALA 1:200

SIMBOLOGIA DE ELECTRICIDAD

	TABLERO DE DISTRIBUCION
	LAMPARA MULTIVOLTAJE SOBREPONER 175 W / 220V
	LAMPARA AHORRADORA 65 W / 110 V
	REFLECTOR DOBLE 150 W / 110 V
	INTERRUPTOR DOBLE h 1.10
	INTERRUPTOR SIMPLE h 1.10
	DUCTO SOBREPUESTO EN TECHO, DIAMETRO SEGUN CANTIDAD DE CABLES QUE CONDUCE
	CONDUCTOR NEUTRO 12 AWG
	CONDUCTOR POSITIVO 12 AWG
	RETORNO No. 12

PLANILLA DE CIRCUITOS

CIRCUITO	UNIDADES	
	ILUMINACION 220 V	ILUMINACION 110 V
I	14	0
J	14	0
K	14	0
L	12	0
M	13	0
N	7	2
EX	0	11



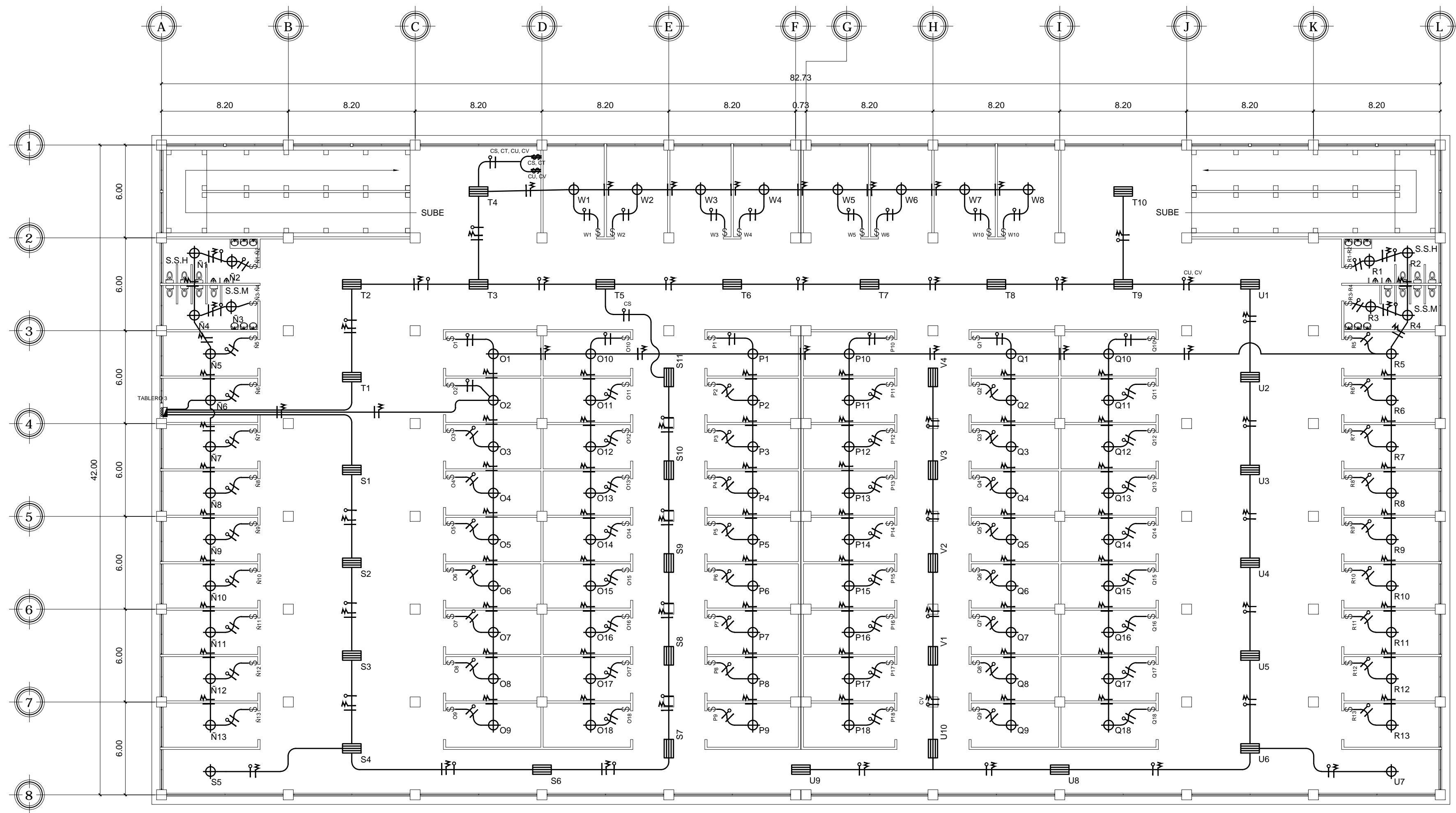
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
PLANTA DE ILUMINACION DE PARQUEO VEHICULAR

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 64
FECHA: MAYO DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO

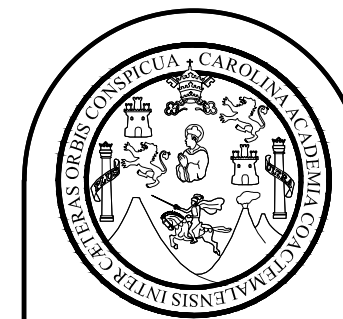


PLANTA DE SEGUNDO NIVEL AREA DE LOCALES COMERCIALES

ESCALA 1:200

SIMBOLOGIA DE ELECTRICIDAD	
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	LAMPARA AHORRADORA 65 W / 110 V
	LAMPARA FLUORESCENTE 4 X 32 W / 110 V
	INTERRUPTOR DOBLE h 1.10
	INTERRUPTOR SIMPLE h 1.10
	DUCTO SOBREPUESTO EN TECHO, DIAMETRO SEGUN CANTIDAD DE CABLES QUE CONDUCE
	CONDUCTOR NEUTRO 12 AWG
	CONDUCTOR POSITIVO 12 AWG
	RETORNO No. 12

PLANILLA DE CIRCUITOS		
CIRCUITO	UNIDADES	
	ILUMINACION 220 V	ILUMINACION 110 V
N	0	13
O	0	18
P	0	18
Q	0	18
R	0	13
S	0	10
T	0	10
U	0	10
V	0	4
W	0	8



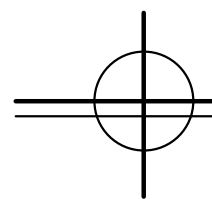
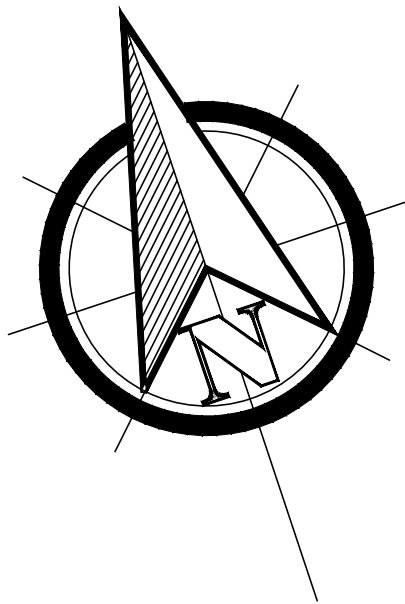
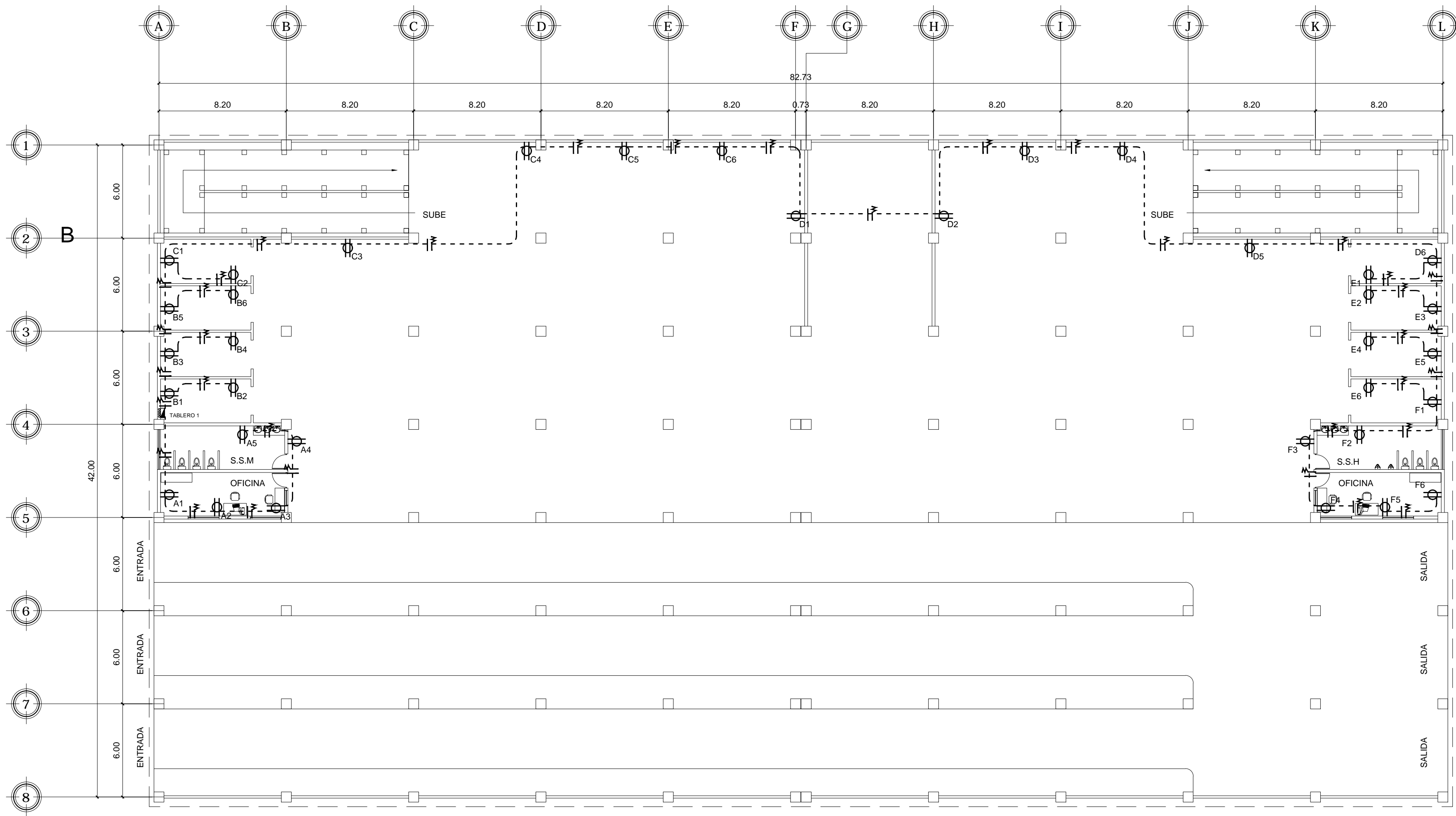
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
PLANTA DE ILUMINACION DEL AREA LOCALES COMERCIALES

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 65 86
FECHA: MAYO DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO

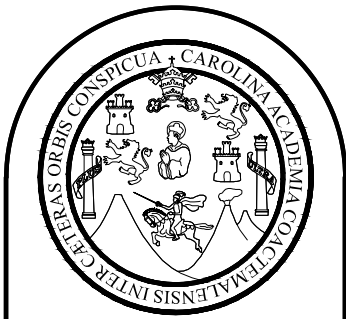


PLANTA DE FUERZA DE SOTANO AREA DE TERMINAL DE BUSES

ESCALA 1:200

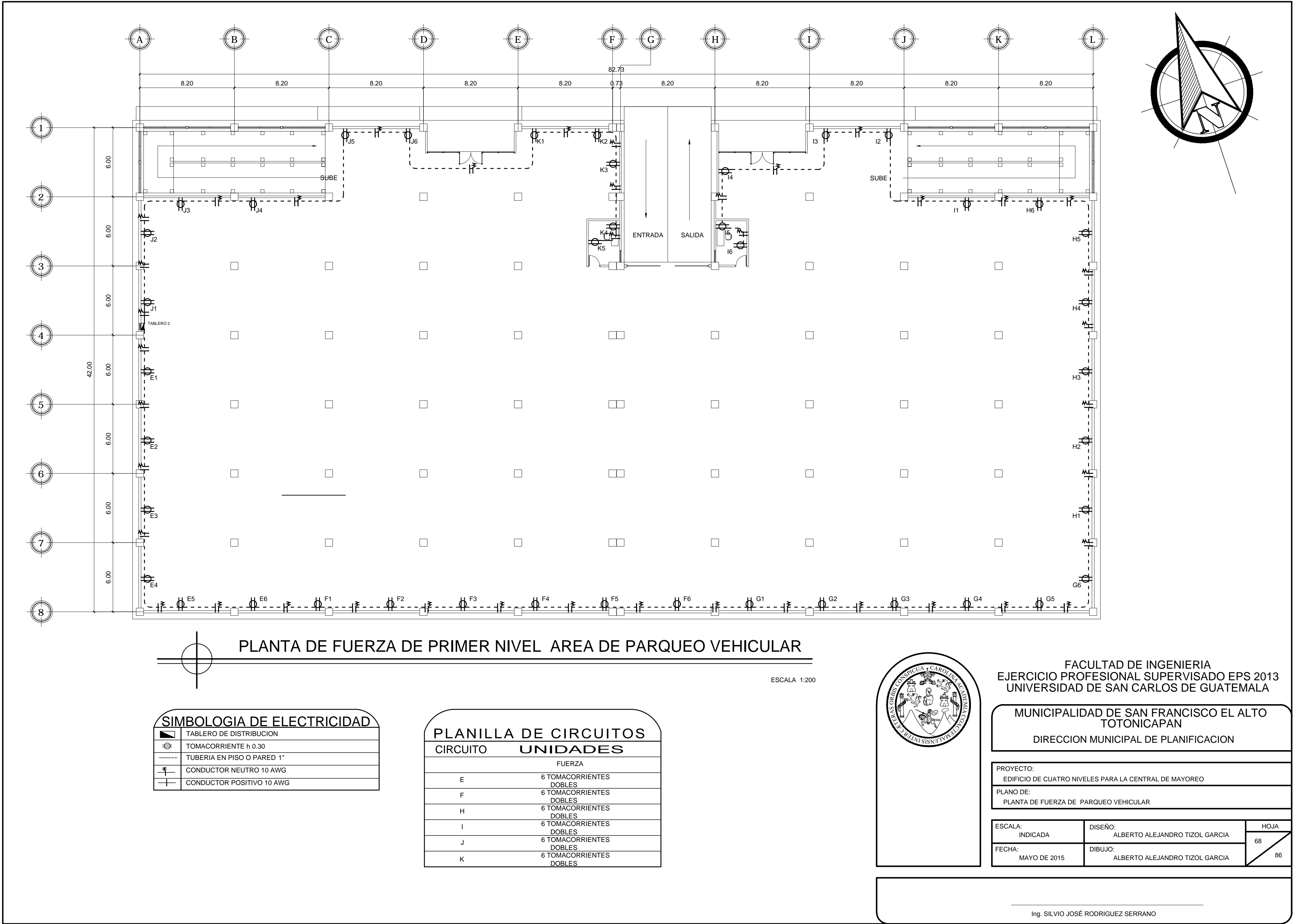
SIMBOLOGIA DE ELECTRICIDAD	
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	TOMACORRIENTE h 0.30
	TUBERIA EN PISO O PARED 1"
	CONDUCTOR NEUTRO 10 AWG
	CONDUCTOR POSITIVO 10 AWG

PLANILLA DE CIRCUITOS	
CIRCUITO	UNIDADES
FUERZA	
A	6 TOMACORRIENTES DOBLES
B	6 TOMACORRIENTES DOBLES
C	6 TOMACORRIENTES DOBLES
D	6 TOMACORRIENTES DOBLES
E	6 TOMACORRIENTES DOBLES
F	6 TOMACORRIENTES DOBLES



FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO TOTONICAPAN DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION		
PROYECTO: EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO		
PLANO DE: PLANTA DE FUERZA DE TERMINAL DE BUSES		
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 67 86
FECHA: MAYO DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	

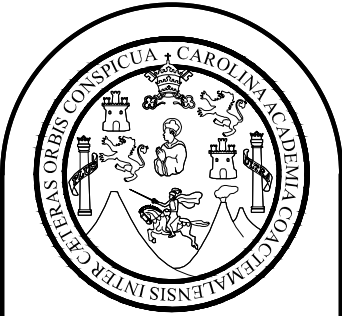


PLANTA DE FUERZA DE PRIMER NIVEL AREA DE PARQUEO VEHICULAR

ESCALA 1:200

SIMBOLOGIA DE ELECTRICIDAD	
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	TOMACORRIENTE h 0.30
	TUBERIA EN PISO O PARED 1"
	CONDUCTOR NEUTRO 10 AWG
	CONDUCTOR POSITIVO 10 AWG

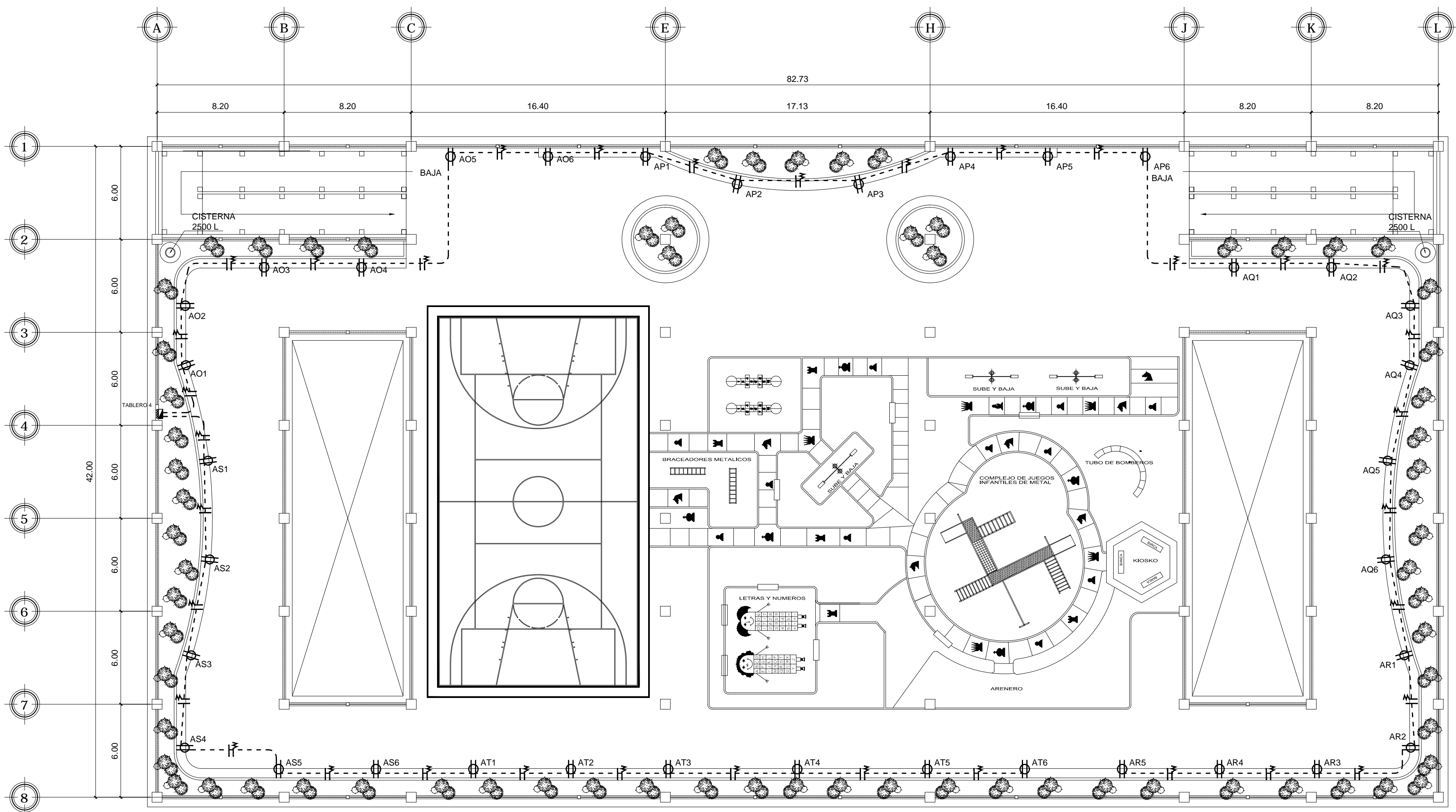
PLANILLA DE CIRCUITOS	
CIRCUITO	UNIDADES
FUERZA	
E	6 TOMACORRIENTES DOBLES
F	6 TOMACORRIENTES DOBLES
H	6 TOMACORRIENTES DOBLES
I	6 TOMACORRIENTES DOBLES
J	6 TOMACORRIENTES DOBLES
K	6 TOMACORRIENTES DOBLES



FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO TOTONICAPAN DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION		
PROYECTO: EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO		
PLANO DE: PLANTA DE FUERZA DE PARQUEO VEHICULAR		
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 68
FECHA: MAYO DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO

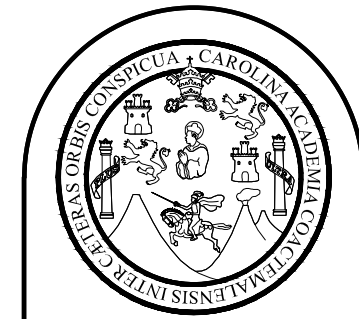


PLANTA DE FUERZA DE TERCER NIVEL AREA PARQUE RECREATIVO

ESCALA 1:200

SIMBOLOGIA DE ELECTRICIDAD	
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	TOMACORRIENTE h 0.30
	TUBERIA EN PISO O PARED 3/4 "
	CONDUCTOR NEUTRO 10 AWG
	CONDUCTOR POSITIVO 10 AWG

PLANILLA DE CIRCUITOS	
CIRCUITO	UNIDADES
	FUERZA
AO	6 TOMACORRIENTES DOBLES
AP	6 TOMACORRIENTES DOBLES
AQ	6 TOMACORRIENTES DOBLES
AR	5 TOMACORRIENTES DOBLES
AS	6 TOMACORRIENTES DOBLES
AT	6 TOMACORRIENTES DOBLES



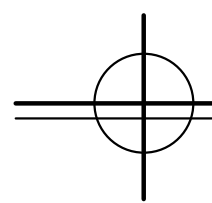
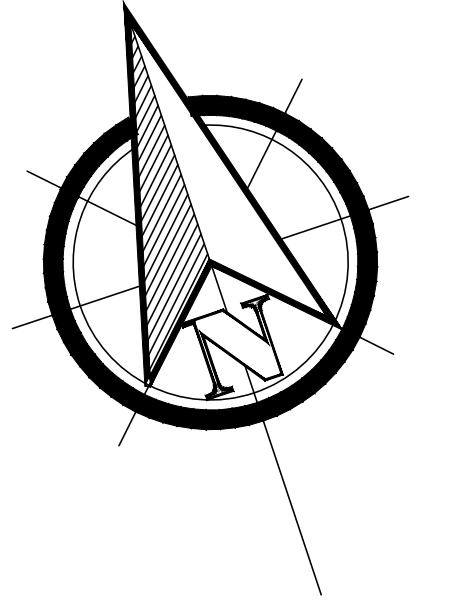
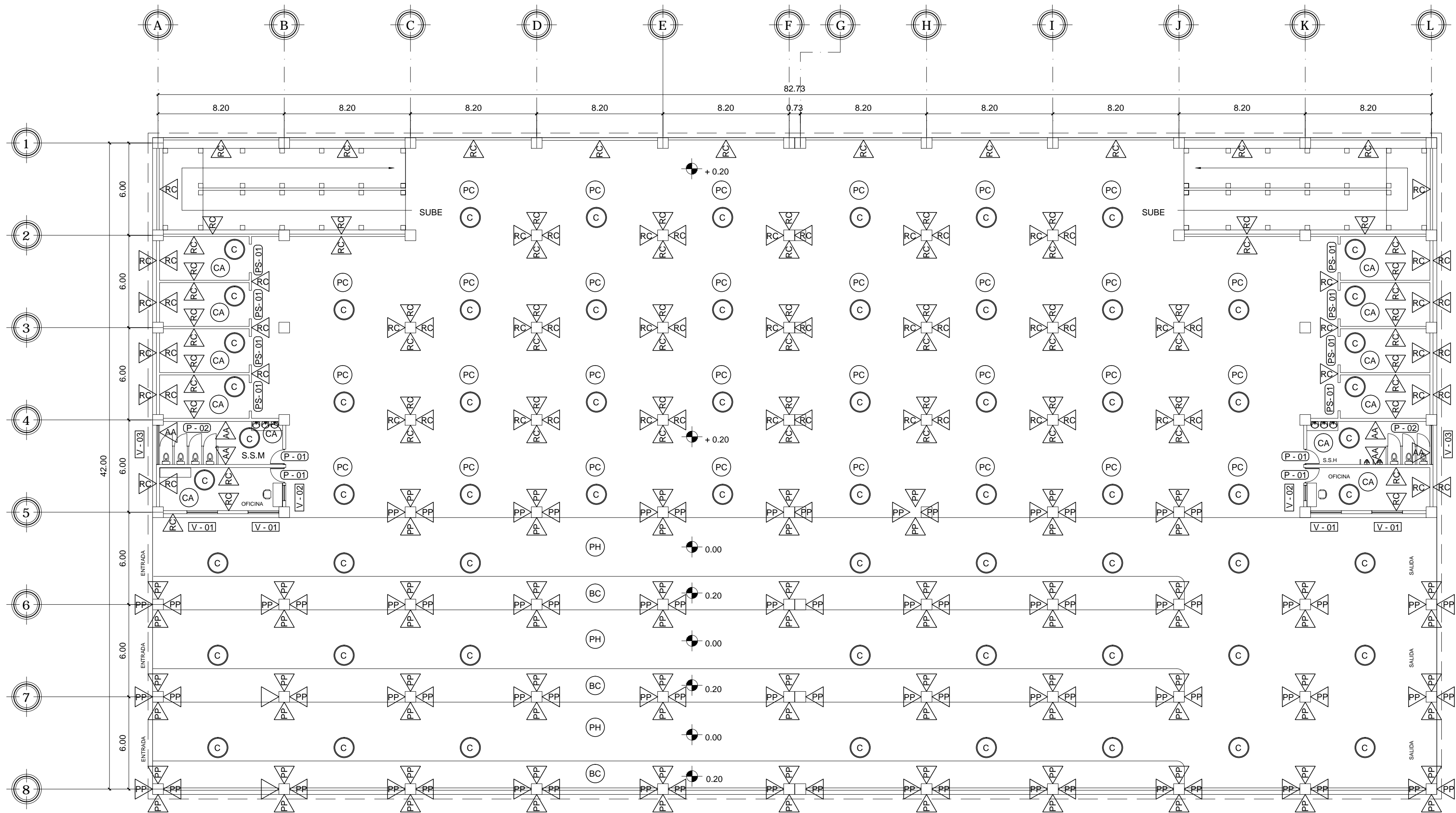
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
PLANTA DE FUERZA DEL AREA DE PARQUE DE RECREACION

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 70
FECHA: MARZO DE 2014	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

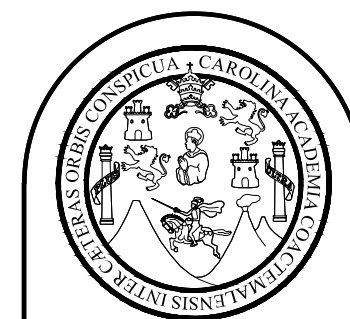
Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



PLANTA DE SOTANO AREA DE TERMINAL DE BUSES

ESCALA 1:200

SIMBOLOGIA DE ACABADOS	
(P-00)	PUERTA TIPO
(ES-00)	PERSIANA TIPO
(V-00)	VENTANA TIPO
(B-00)	BARANDA TIPO
▷	ACABADO EN MURO
○	ACABADO EN PISO
○	ACABADO EN CIELO
RC	REPELLO + CERNIDO + PINTURA BLANCO MATE
CA	PISO CERAMICO ANTIDESLIZANTE
C	ALISADO DE CONCRETO+ PINTURA BLANCO MATE
PC	PISO DE CONCRETO ALISADO
PG	BALDOSA DE GRANITO
AA	AZULEJO EN PARED 1.20 DE ALTURA RESTO RC
PH	PAVIMENTO HIDRAULICO
BC	BANQUETA DE CONCRETO
AA	AZULEJO EN PARED 1.20 DE ALTURA RESTO RC
PP	PINTURA DE PRECAUCION
PH	PINTURA AZUL PARA TRAZADO DE CANCHA POLIDEPORTIVA
PZ	PINTURA PARA TRAZO DE JUEGOS ELEGIDO POR MUNICIPALIDAD



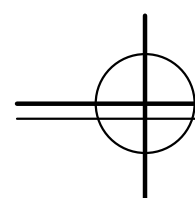
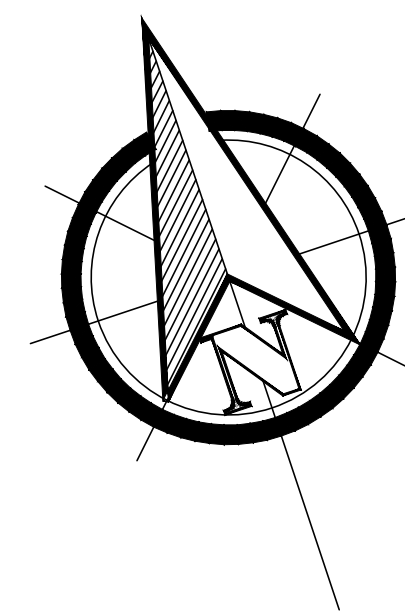
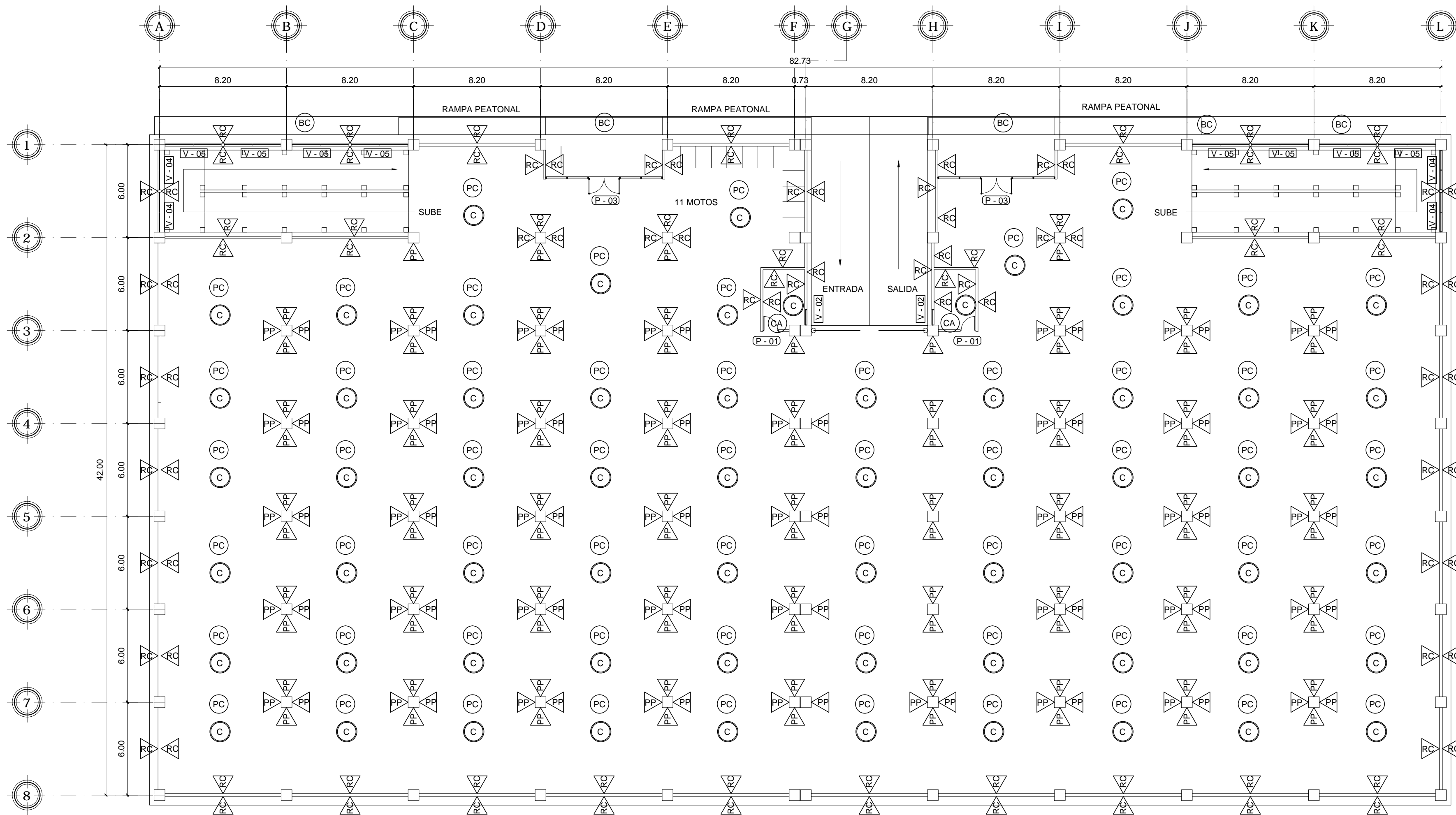
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
PLANTA DE ACABADOS DE TERMINAL DE BUSES

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 71 86
FECHA: JUNIO DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	

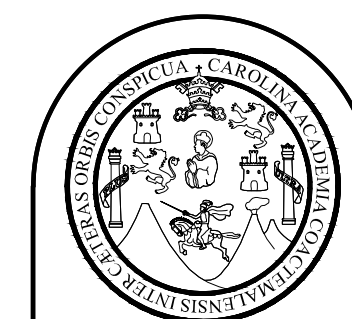
Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



PLANTA DE PRIMER NIVEL AREA DE PARQUEO VEHICULAR

ESCALA 1:200

SIMBOLOGIA DE ACABADOS	
	PUERTA TIPO
	PERSIANA TIPO
	VENTANA TIPO
	BARANDA TIPO
	ACABADO EN MURO
	ACABADO EN PISO
	ACABADO EN CIELO
	REPELLO + CERNIDO + PINTURA BLANCO MATE
	PISO CERAMICO ANTIDESLIZANTE
	ALISADO DE CONCRETO+ PINTURA BLANCO MATE
	PISO DE CONCRETO ALISADO
	BALDOSA DE GRANITO
	AZULEJO EN PARED 1.20 DE ALTURA RESTO RC
	PAVIMENTO HIDRAULICO
	BANQUETA DE CONCRETO
	AZULEJO EN PARED 1.20 DE ALTURA RESTO RC
	PINTURA DE PRECAUCION
	PINTURA AZUL PARA TRAZADO DE CANCHA POLIDEPORTIVA
	PINTURA PARA TRAZO DE JUEGOS ELEGIDO POR MUNICIPALIDAD



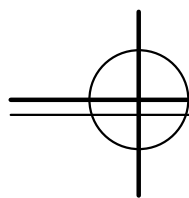
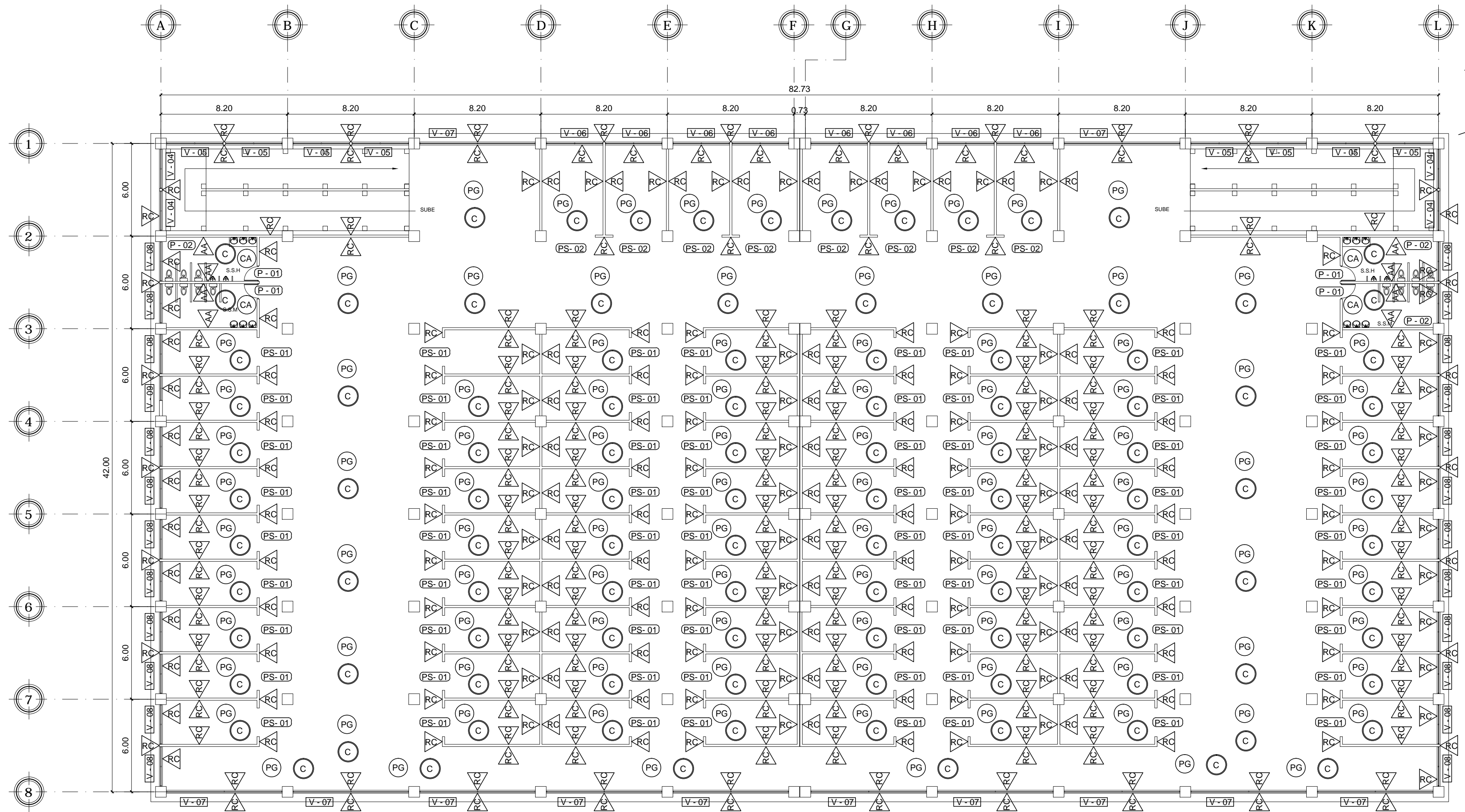
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
PLANTA DE ACABADOS DE PARQUEO VEHICULAR

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 72
FECHA: JUNIO DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

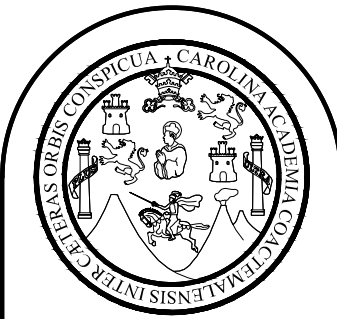
Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



PLANTA DE SEGUNDO NIVEL AREA DE LOCALES COMERCIALES

ESCALA 1:200

SIMBOLOGIA DE ACABADOS	
PU-00	PUERTA TIPO
VE-00	PERSIANA TIPO
VE-00	VENTANA TIPO
VE-00	BARANDA TIPO
RC	ACABADO EN MURO
CA	ACABADO EN PISO
C	ACABADO EN CIELO
PG	REPELLO + CERNIDO + PINTURA BLANCO MATE
AA	PISO CERAMICO ANTIDESLIZANTE
PH	ALISADO DE CONCRETO+ PINTURA BLANCO MATE
BC	PISO DE CONCRETO ALISADO
AA	BALDOSA DE GRANITO
PH	AZULEJO EN PARED 1.20 DE ALTURA RESTO RC
BC	PAVIMENTO HIDRAULICO
AA	BANQUETA DE CONCRETO
PH	AZULEJO EN PARED 1.20 DE ALTURA RESTO RC
PP	PINTURA DE PRECAUCION
P11	PINTURA AZUL PARA TRAZADO DE CANCHA POLIDEPORTIVA
P12	PINTURA PARA TRAZO DE JUEGOS ELEGIDO POR MUNICIPALIDAD



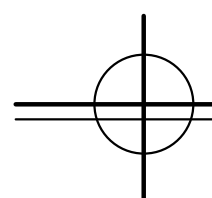
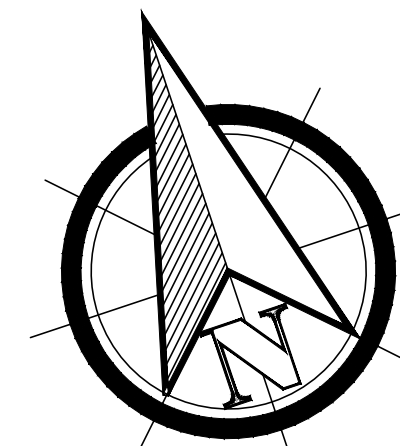
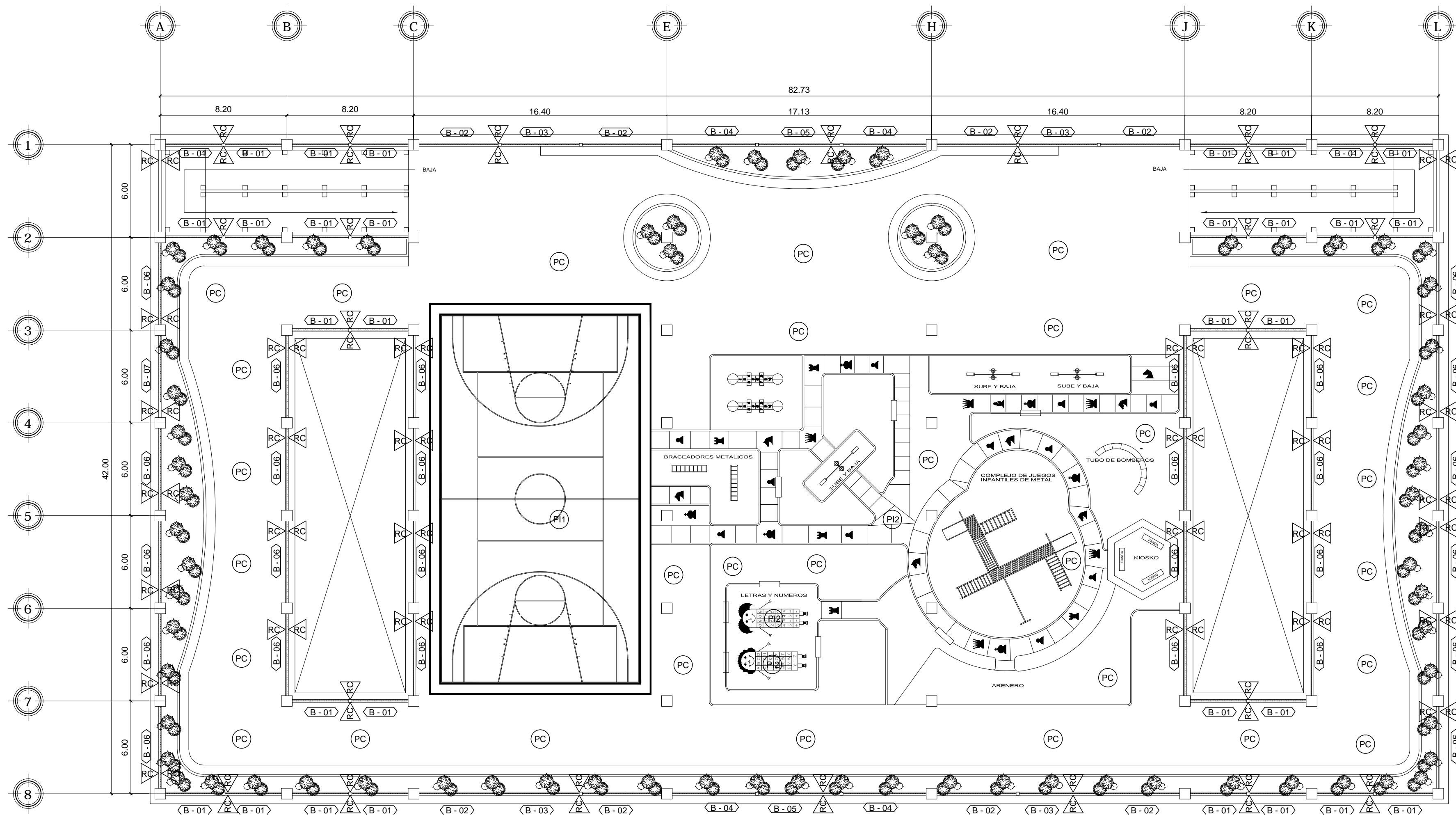
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
PLANTA DE ACABADOS DEL AREA LOCALES COMERCIALES

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 73 86
FECHA: JUNIO DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	

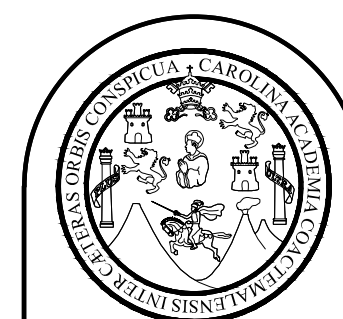
Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



PLANTA DE TERCER NIVEL AREA DE PARQUE RECREATIVO

ESCALA 1:200

SIMBOLOGIA DE ACABADOS	
	PUERTA TIPO
	PERSIANA TIPO
	VENTANA TIPO
	BARANDA TIPO
	ACABADO EN MURO
	ACABADO EN PISO
	ACABADO EN CIELO
	REPELLO + CERNIDO + PINTURA BLANCO MATE
	PISO CERAMICO ANTIDESLIZANTE
	ALISADO DE CONCRETO+ PINTURA BLANCO MATE
	PISO DE CONCRETO ALISADO
	BALDOSA DE GRANITO
	AZULEJO EN PARED 1.20 DE ALTURA RESTO RC
	PAVIMENTO HIDRAULICO
	BANQUETA DE CONCRETO
	AZULEJO EN PARED 1.20 DE ALTURA RESTO RC
	PINTURA DE PRECAUCION
	PINTURA AZUL PARA TRAZADO DE CANCHA POLIDEPORTIVA
	PINTURA PARA TRAZO DE JUEGOS ELEGIDO POR MUNICIPALIDAD



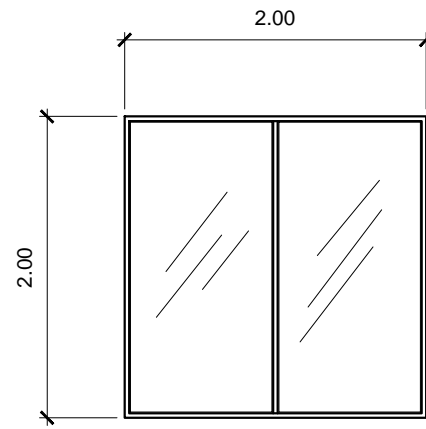
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
PLANTA DE ACABADOS DEL AREA DE PARQUE DE RECREACION

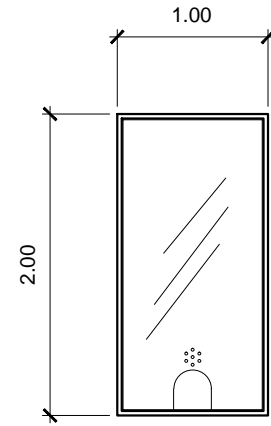
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 74 86
FECHA: JUNIO DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



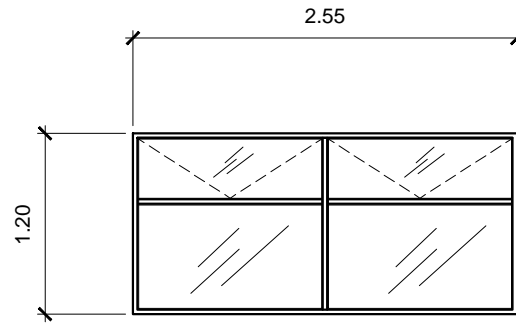
VENTANA TIPO 1

ESCALA 1:50



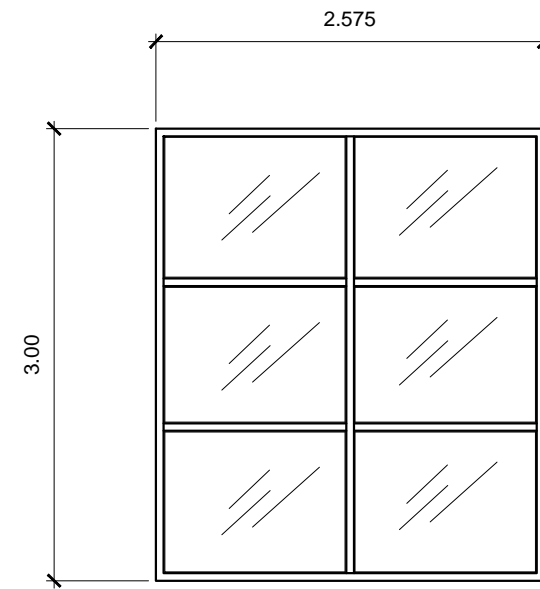
VENTANA TIPO 2

ESCALA 1:50



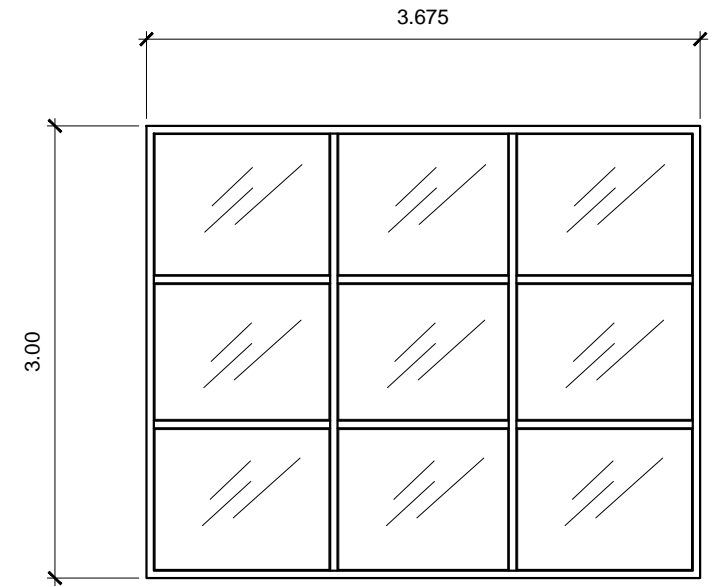
VENTANA TIPO 3

ESCALA 1:50



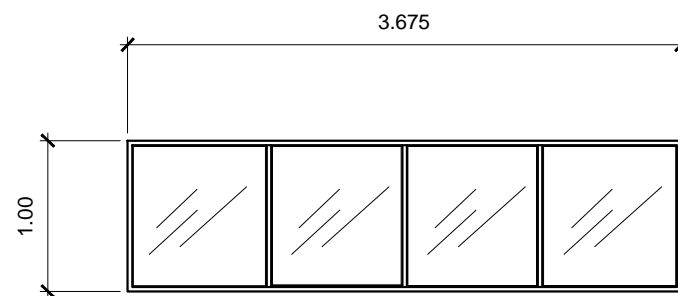
VENTANA TIPO 4

ESCALA 1:50



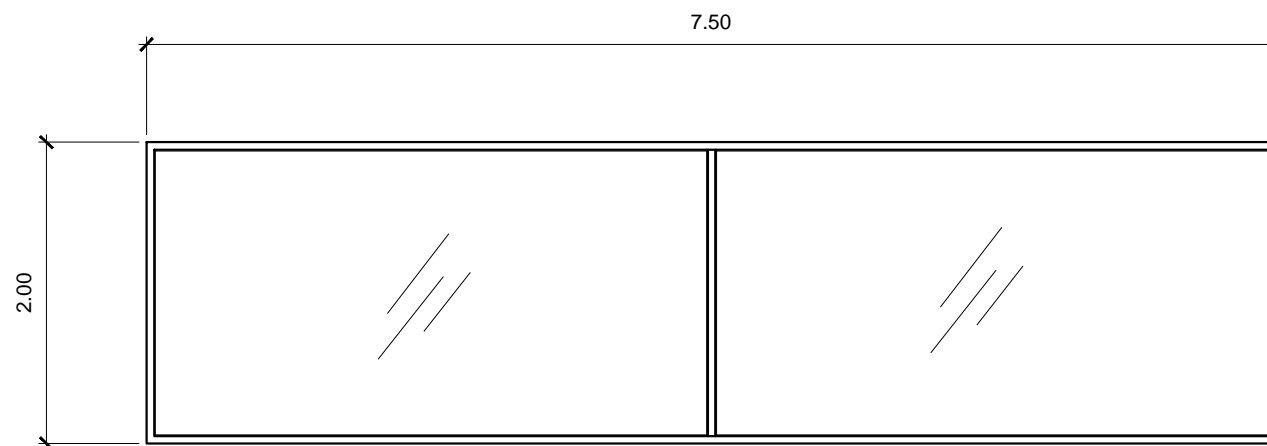
VENTANA TIPO 5

ESCALA 1:50



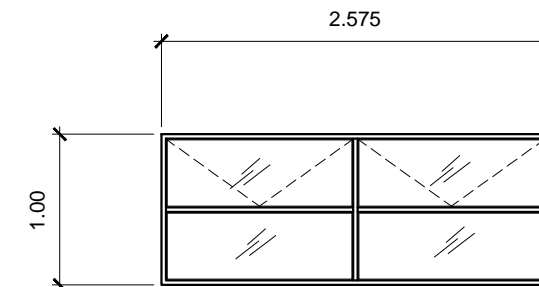
VENTANA TIPO 6

ESCALA 1:50



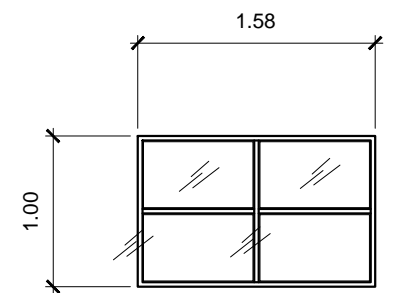
VENTANA TIPO 7

ESCALA 1:50



VENTANA TIPO 8

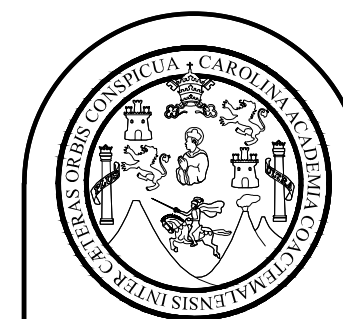
ESCALA 1:50



VENTANA TIPO 9

ESCALA 1:50

PLANILLA DE VENTANAS						
TIPO	SILLAR	DINTEL	UNIDADES	ANCHO	ALTO	MATERIAL
V-1	1.20	3.20	4	2.00	2.00	METAL+ VIDRIO HUMO
V-2	1.20	3.20	4	1.00	2.00	METAL+ VIDRIO HUMO
V-3	2.00	3.20	2	2.55	1.20	METAL+ VIDRIO HUMO
V-4	5.30	8.30	8	2.575	3.00	METAL+ VIDRIO HUMO
V-5	5.30	8.30	16	3.675	3.00	METAL+ VIDRIO HUMO
V-6	11.10	12.10	8	3.675	1.00	METAL+ VIDRIO HUMO
V-7	10.10	12.10	12	7.50	2.00	METAL+ VIDRIO HUMO
V-8	10.10	12.10	24	2.575	1.00	METAL+ VIDRIO HUMO
V-9	10.10	12.10	1	1.575	1.00	METAL+ VIDRIO HUMO



FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

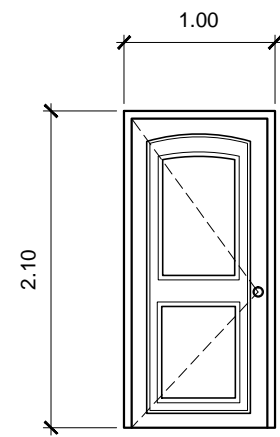
MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO

PLANO DE:
DETALLES DE VENTANAS

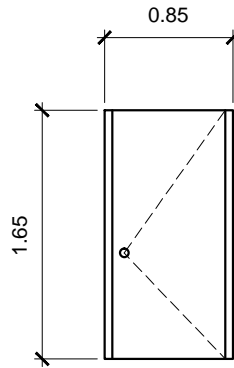
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 75 86
FECHA: JUNIO DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



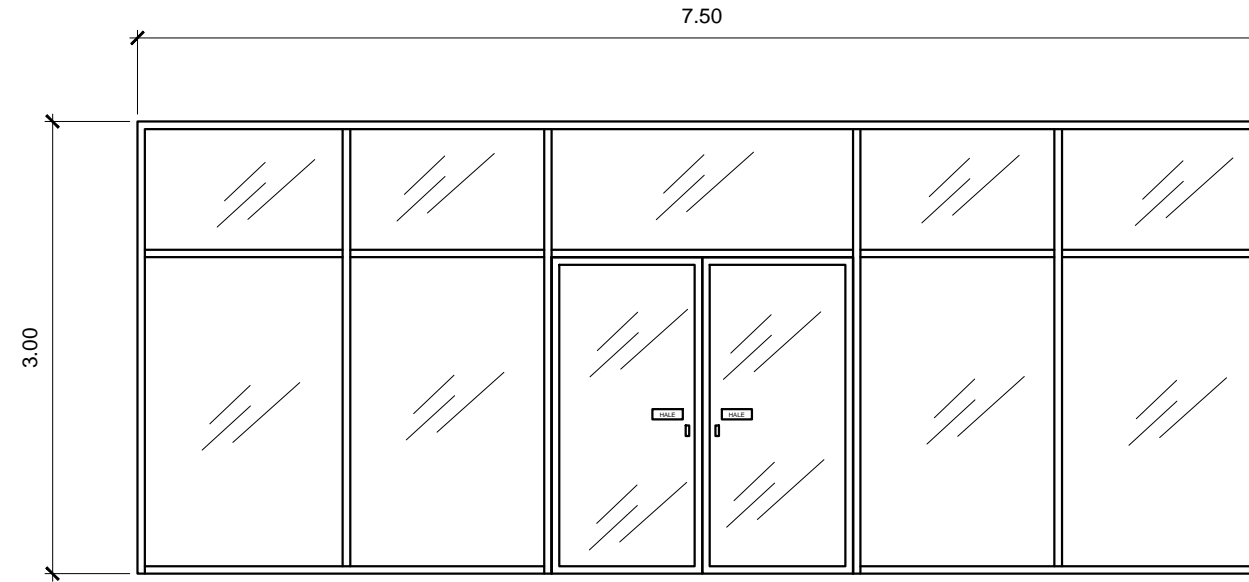
PUERTA TIPO 1

ESCALA 1:50



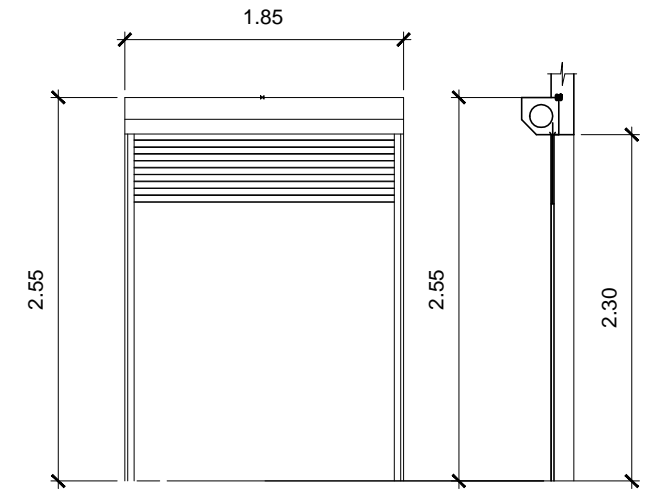
PUERTA TIPO 2

ESCALA 1:50



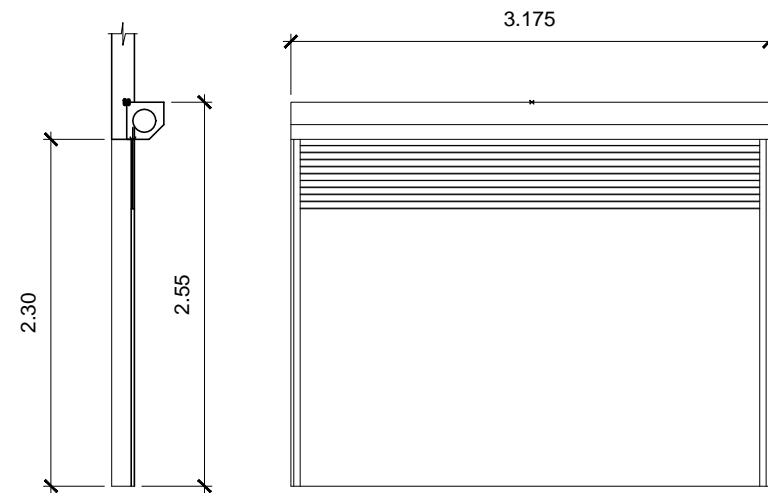
PUERTA TIPO 3

ESCALA 1:50



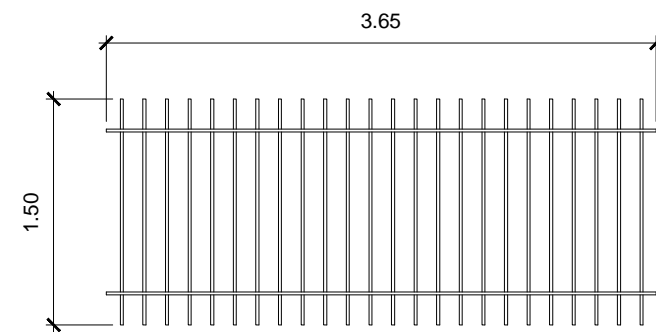
CORTINA METALICA TIPO 1

ESCALA 1:50



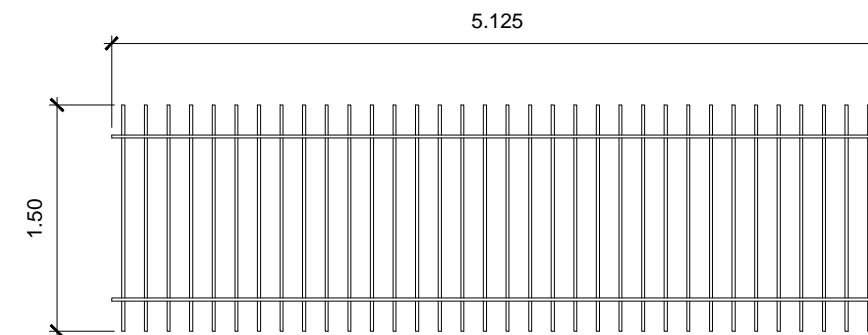
CORTINA METALICA TIPO 2

ESCALA 1:50



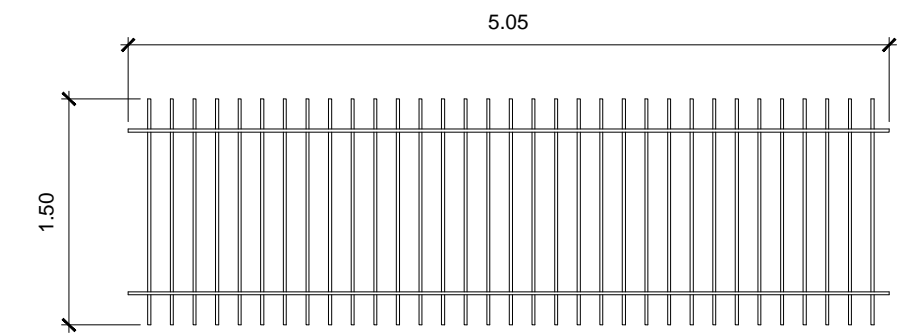
BARANDA TIPO 1

ESCALA 1:50



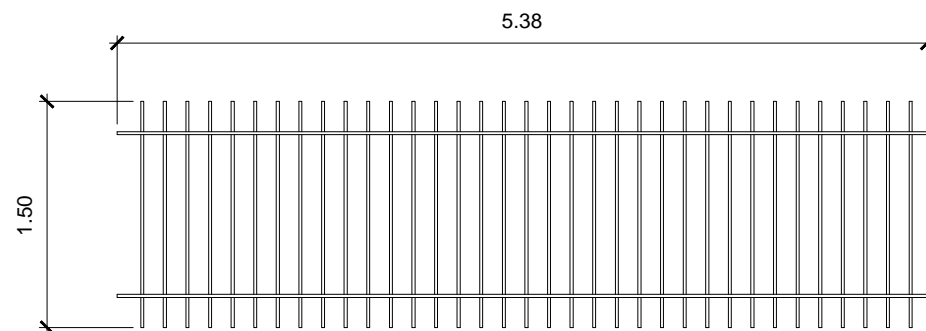
BARANDA TIPO 2

ESCALA 1:50



BARANDA TIPO 3

ESCALA 1:50



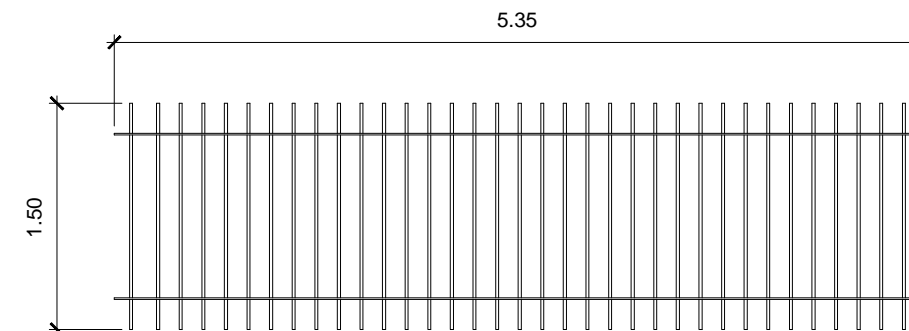
BARANDA TIPO 4

ESCALA 1:50



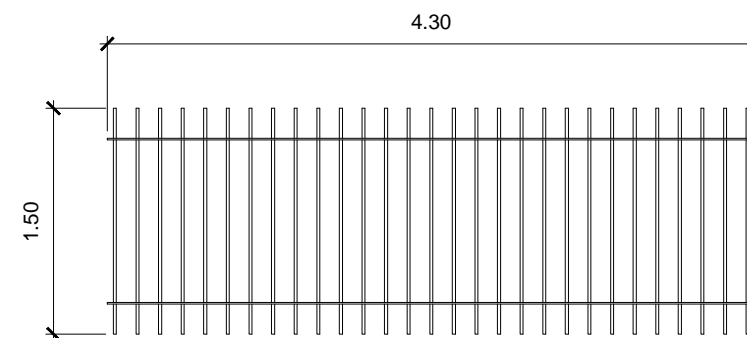
BARANDA TIPO 5

ESCALA 1:50



BARANDA TIPO 6

ESCALA 1:50

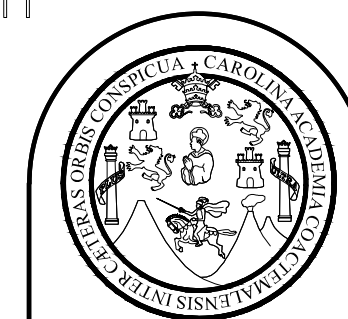


BARANDA TIPO 7

ESCALA 1:50

PLANILLA DE PUERTAS

TIPO	ANCHO	ALTO	UNIDADES	MATERIAL
P-01	1.00	2.10	10	MADERA
P-02	0.85	1.65	21	MADERA
P-03	7.50	3.00	2	ALUMINIO + VIDRIO
PS-01	1.85	2.30	80	METAL
PS-02	3.1750	2.30	8	METAL
B-01	3.65	1.50	32	METAL
B-02	5.125	1.50	8	METAL
B-03	5.05	1.50	4	METAL
B-04	5.38	1.50	4	METAL
B-05	5.28	1.50	2	METAL
B-06	5.30	1.50	30	METAL
B-07	4.30	1.50	1	METAL



FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

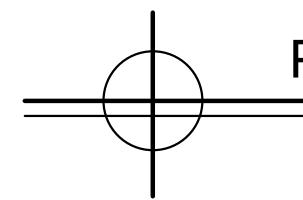
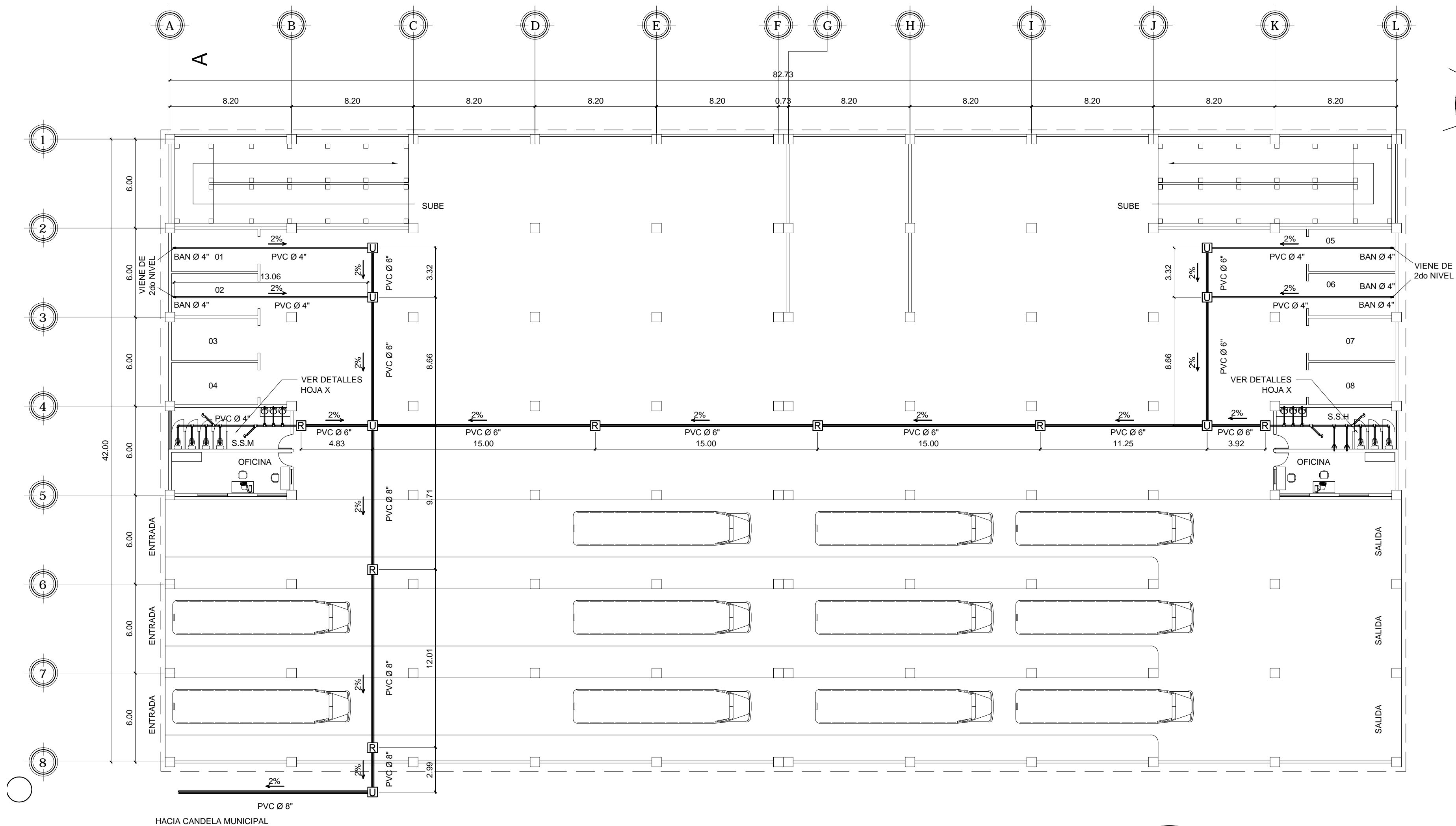
MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO

PLANO DE:
DETALLES DE PUERTAS Y BARANDAS

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 76
FECHA: JUNIO DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

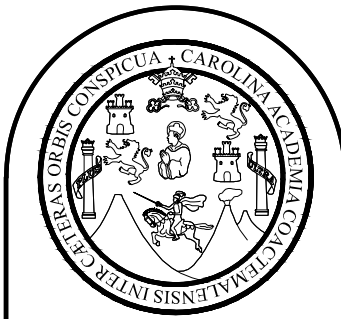
Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



PLANTA DE SOTANO AREA DE TERMINAL DE BUSES

ESCALA 1:200

NOMENCLATURA DRENAJES	
	TUBERIA DE AGUAS NEGRAS PVC Ø INDICADO
	CODO VERTICAL A 90°
	TEE SANITARIA HORIZONTAL
	YEE SANITARIA HORIZONTAL
	TEE SANITARIA VERTICAL
	SIFON TERMINAL
	INDICA DIAMETRO DE TUBERIA
	INDICA EL SENTIDO LA PENDIENTE
	BAJADA DE AGUAS NEGRAS PVC Ø INDICADO
	CAJA DE REGISTRO
	CAJA UNION



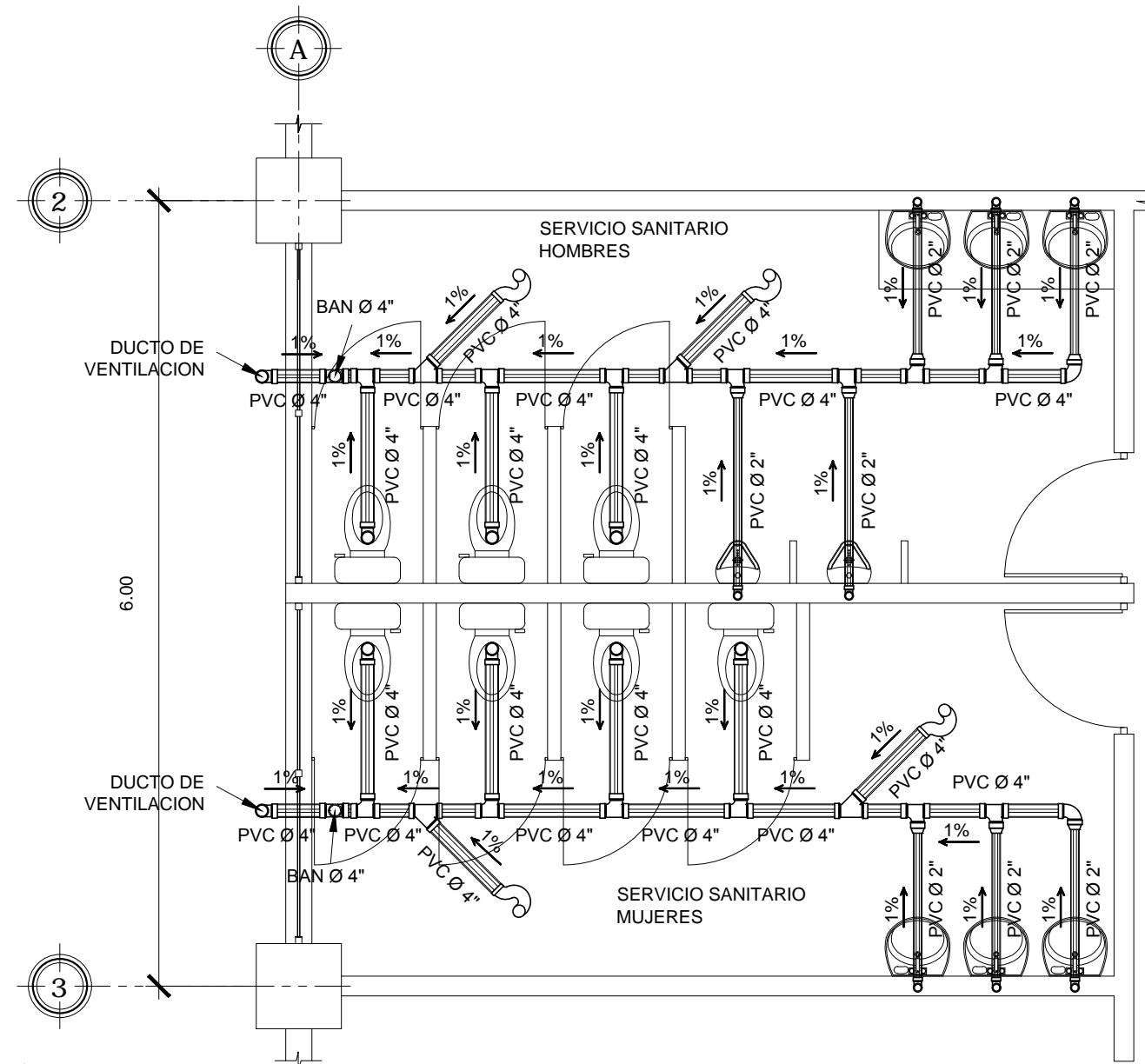
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
PLANTA GENERAL DE DRENAJE DE AGUAS NEGRAS

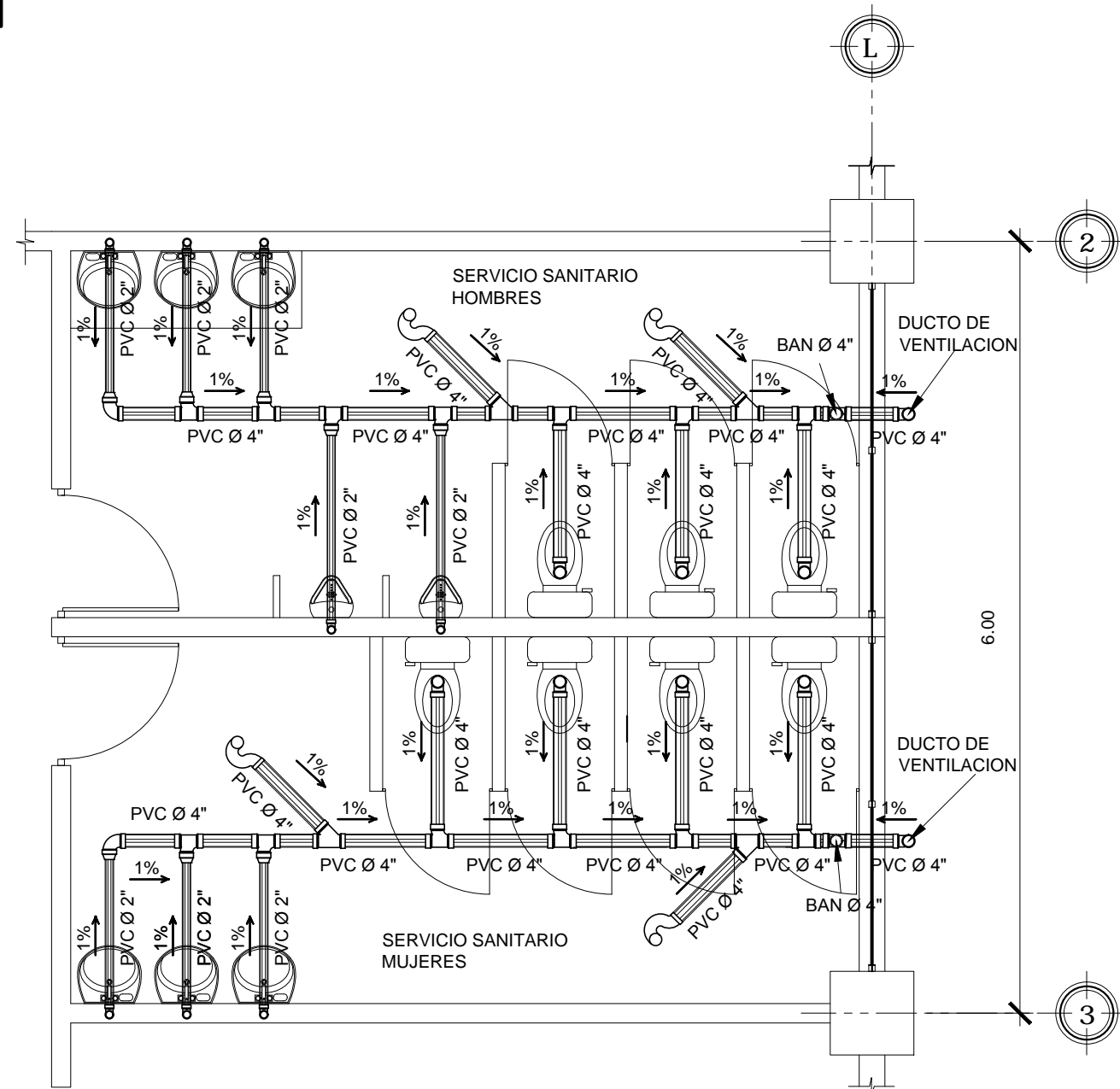
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 77 86
FECHA: MAYO DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



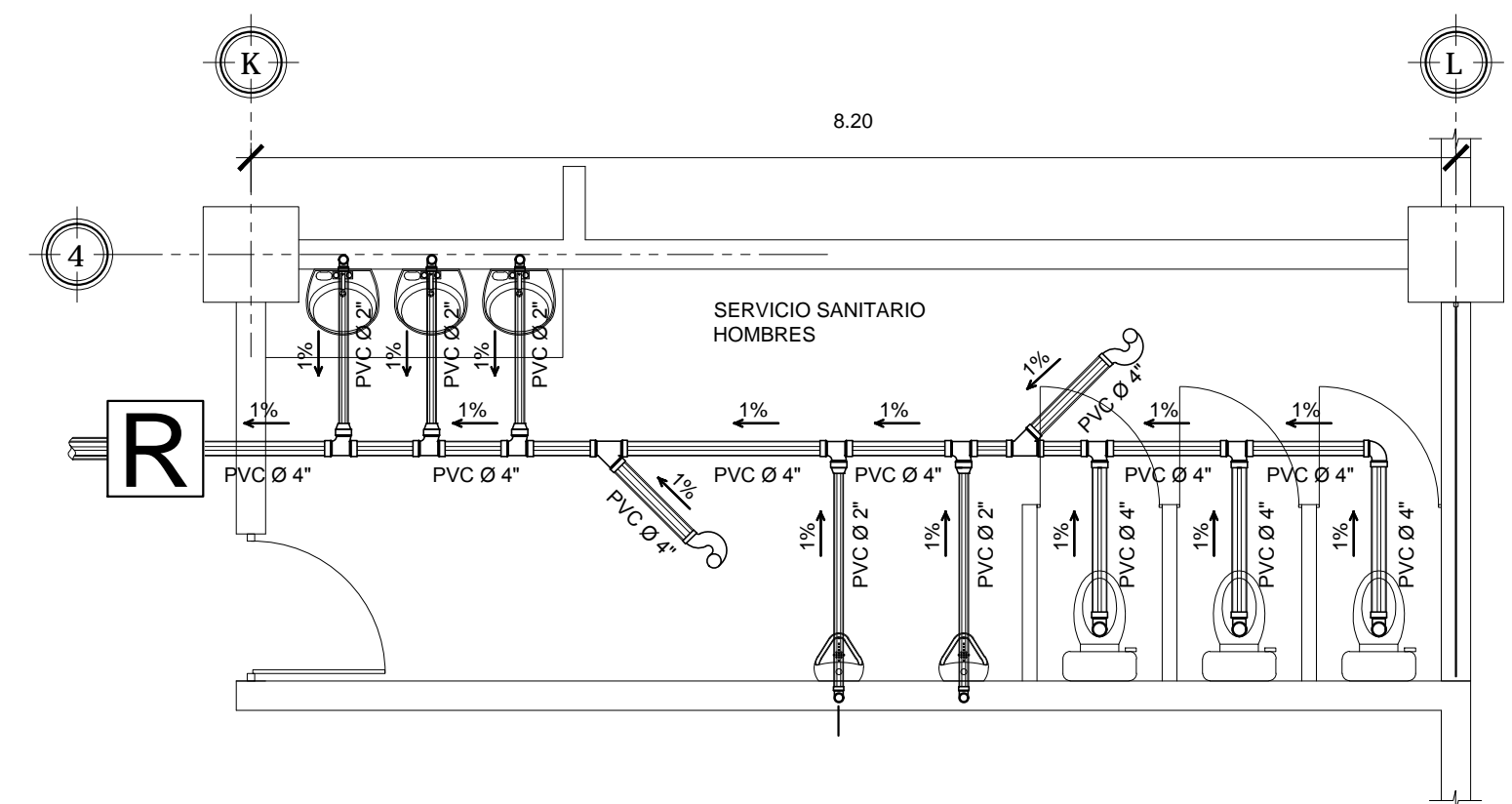
DETALLE DE SERVICIO SANITARIO DE LOCALES

ESCALA 1:50



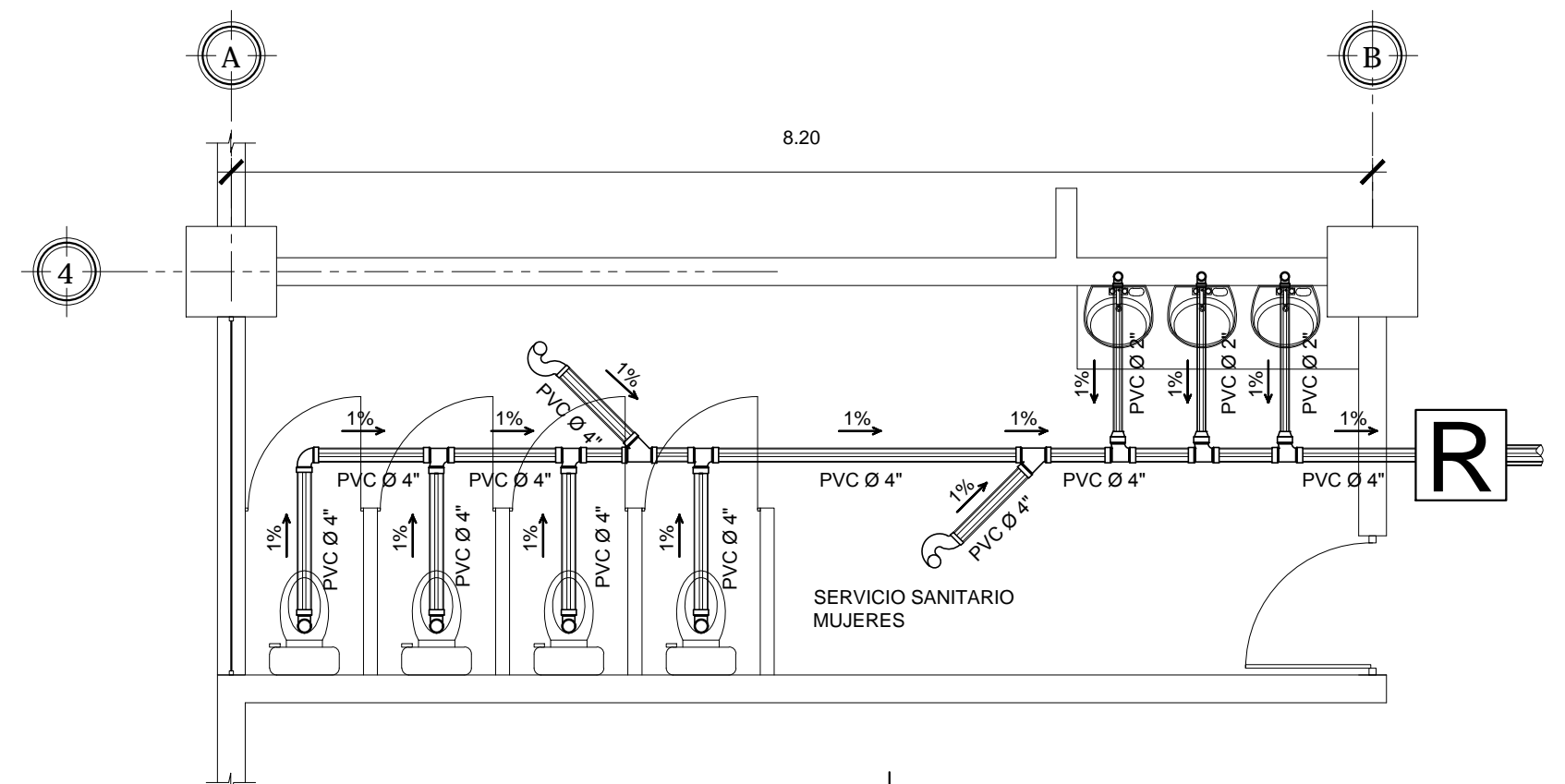
DETALLE DE SERVICIO SANITARIO DE LOCALES

ESCALA 1:50



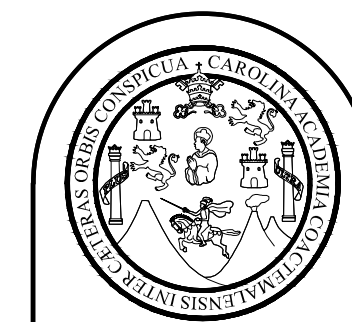
DETALLE DE SERVICION SANITARIO DE HOMBRES, SOTANO

ESCALA 1:50



DETALLE DE SERVICION SANITARIO DE MUJERES, SOTANO

ESCALA 1:50



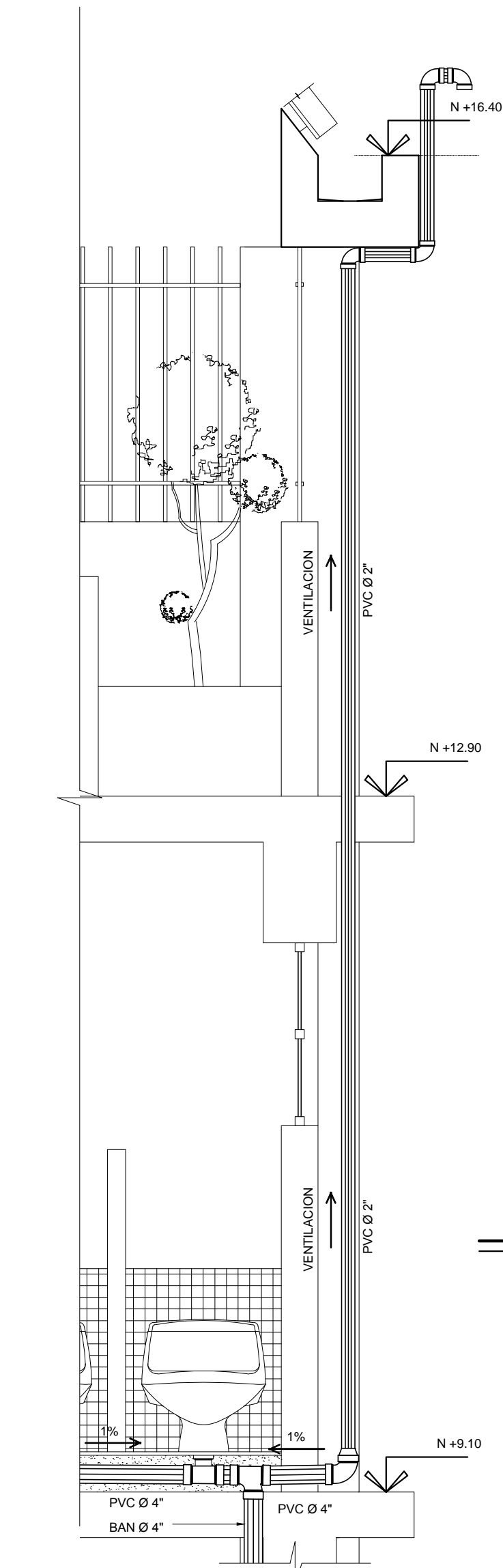
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

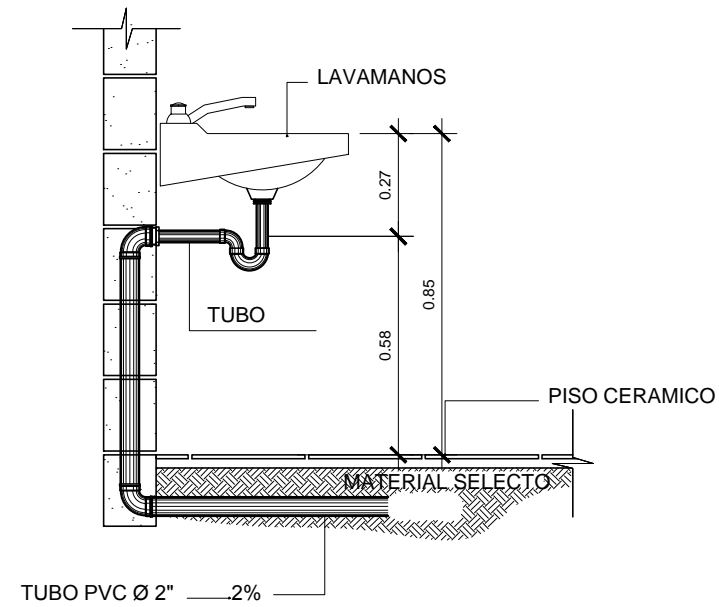
PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
DETALLE DE SERVICIOS SANITARIOS

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 78 86
FECHA: MAYO DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	

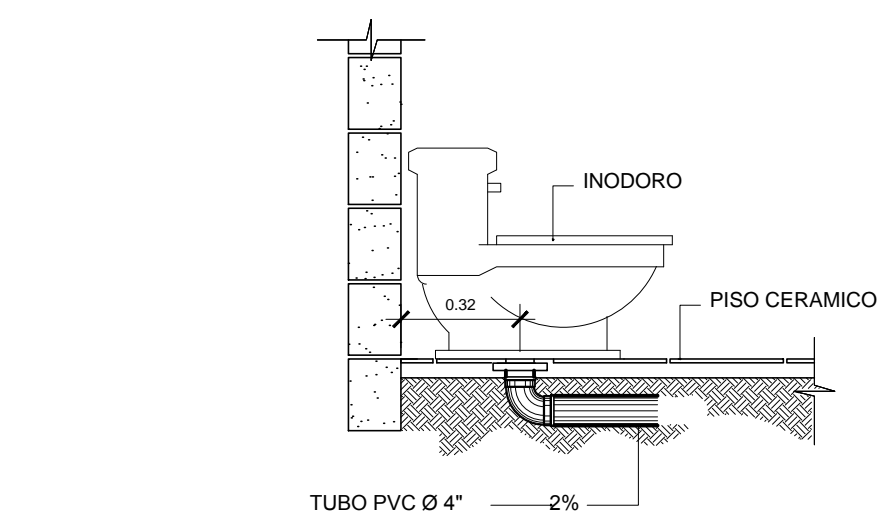
Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



COLUMNA DE VENTILACION DE DRENAJES
SIN ESCALA



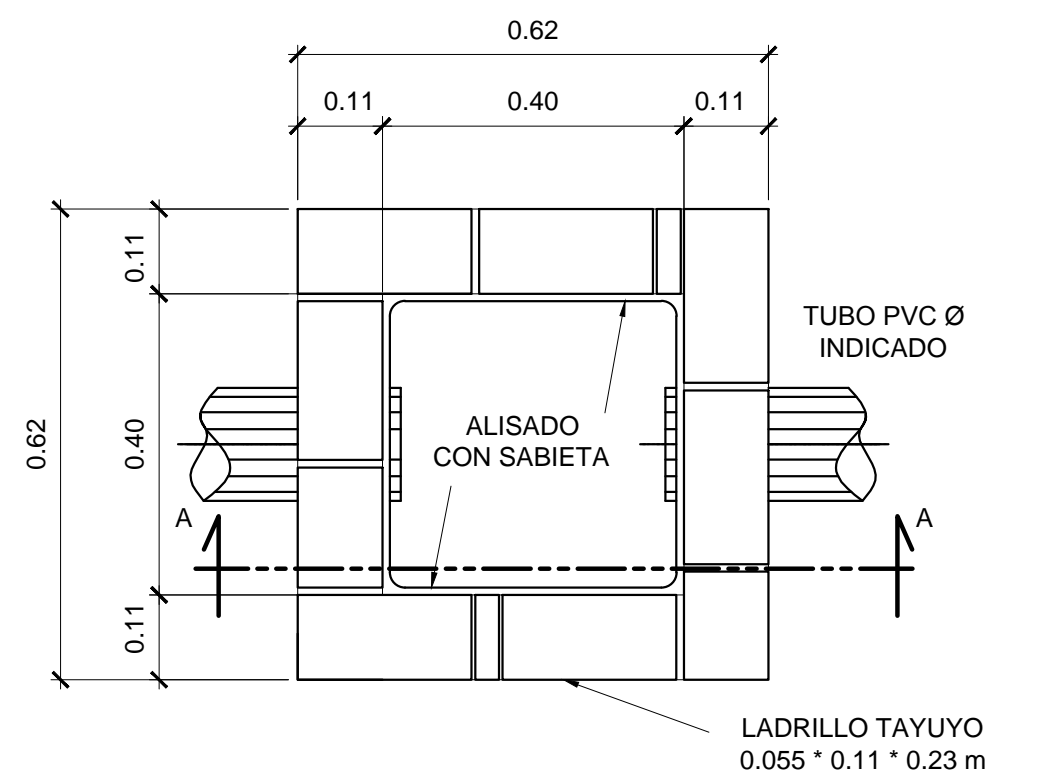
INSTALACION DE LAVAMANOS
ESCALA 1:25



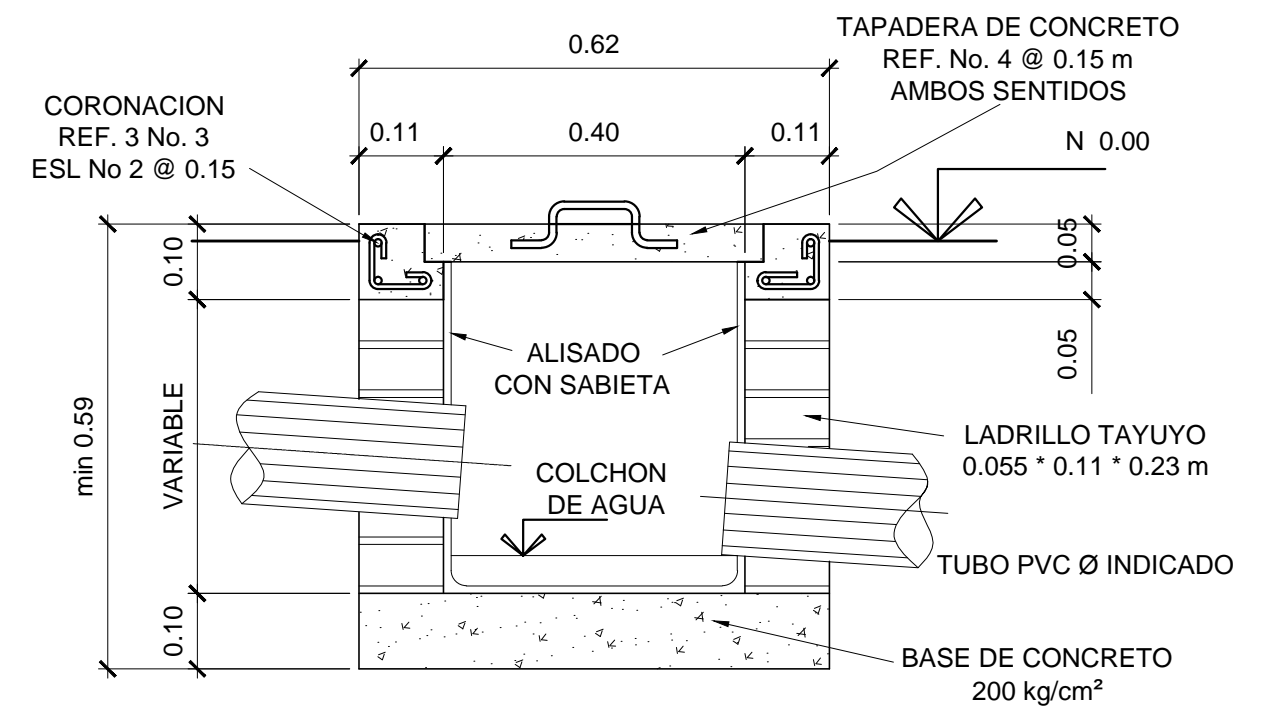
INSTALACION DE INODORO
ESCALA 1:25



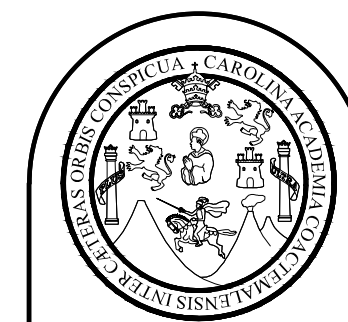
DETALLE DE SERVICIO SANITARIO EN ENTREPISO
ESCALA 1:25



CAJA UNION Y REGISTRO
ESCALA 1:10



SECCION A-A
ESCALA 1:10



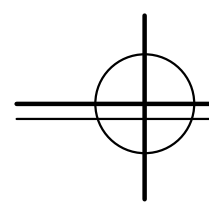
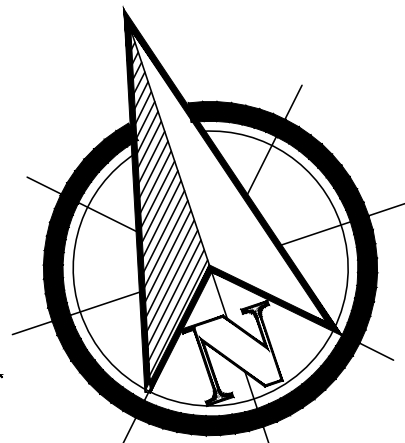
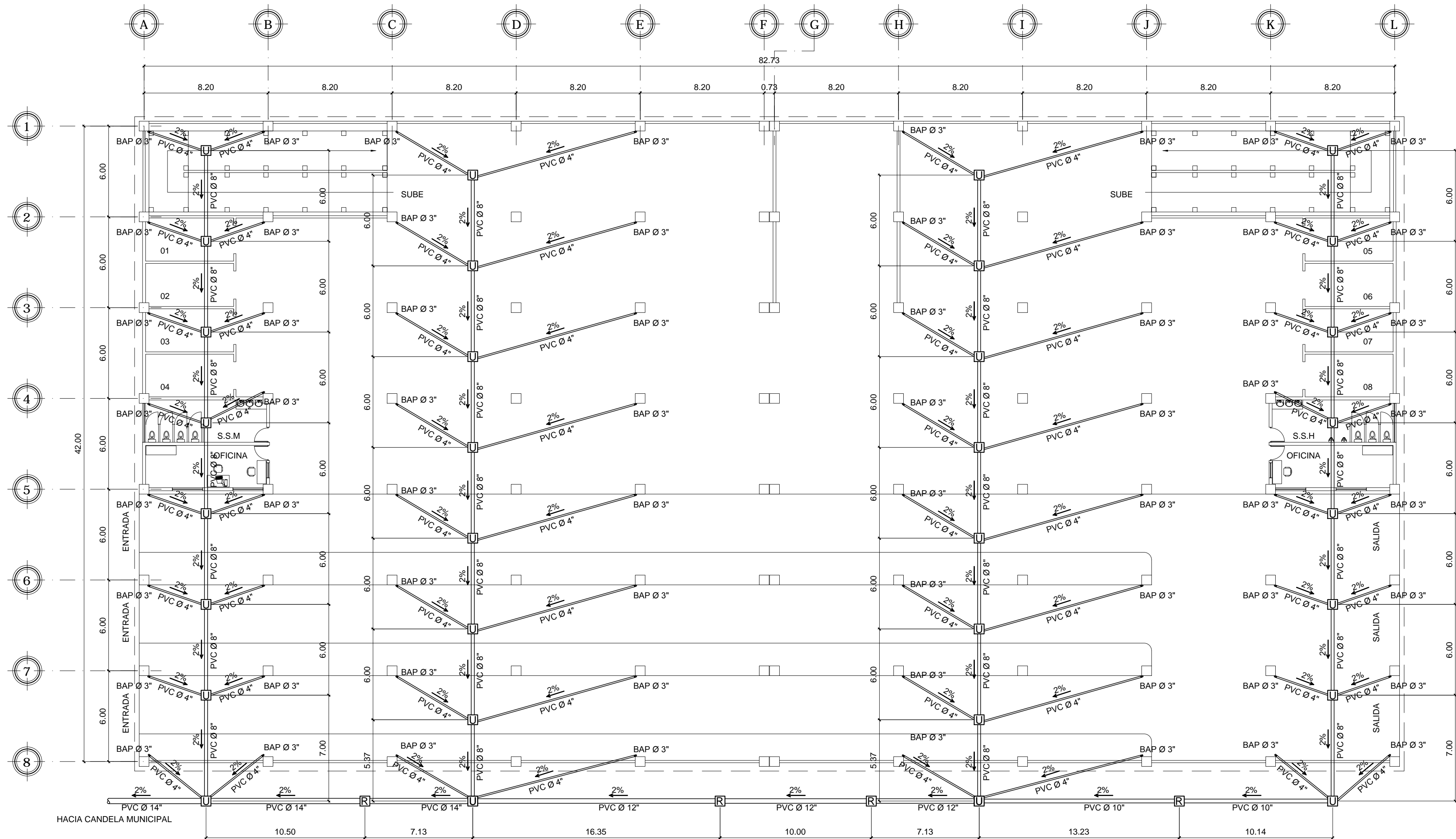
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
SECCIONES DE SERVICIOS SANITARIOS

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 79
FECHA: MAYO DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

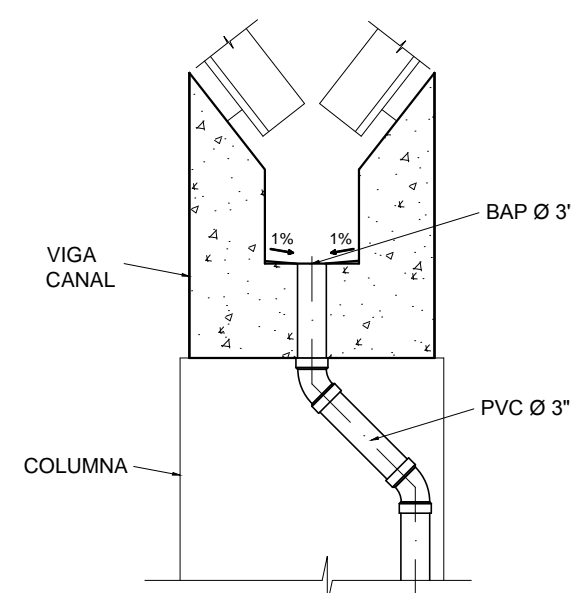
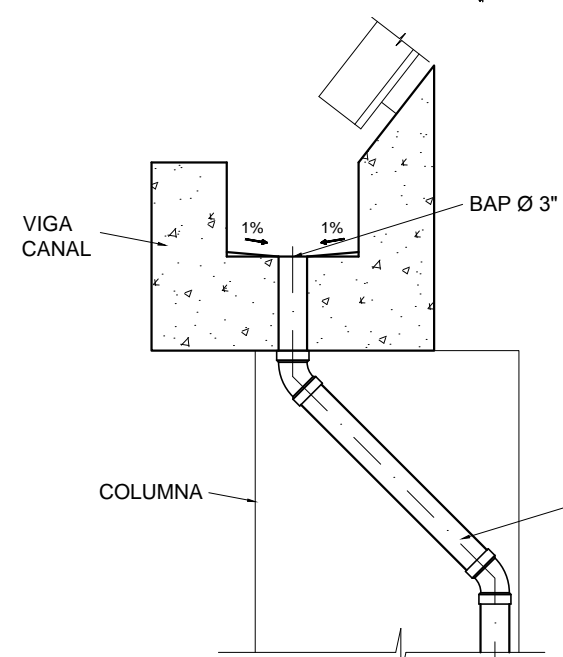
Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



PLANTA DE DRENAJE PLUVIAL

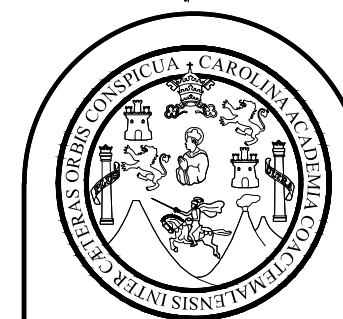
ESCALA 1:200

NOMENCLATURA DRENAJES	
	TUBERIA DE AGUA PLUVIAL PVC Ø INDICADO
	CODO VERTICAL A 90°
	CODO HORIZONTAL A 45°
	INDICA DIAMETRO DE TUBERIA
	INDICA EL SENTIDO LA PENDIENTE
	BAJADA DE AGUAS PLUVIALES PVC Ø INDICADO
	CAJA DE REGISTRO
	CAJA UNION



BAJADA DE AGUA PLUVIAL

SIN ESCALA



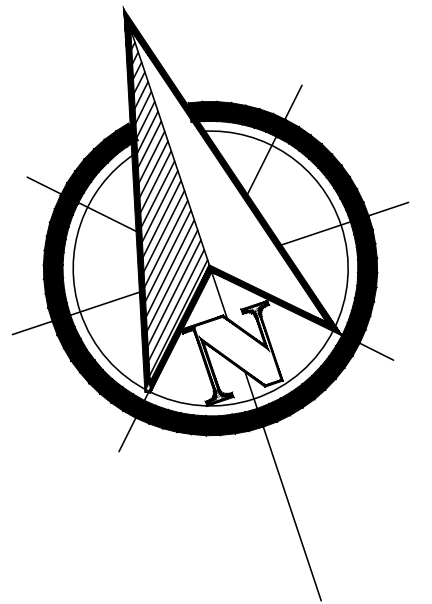
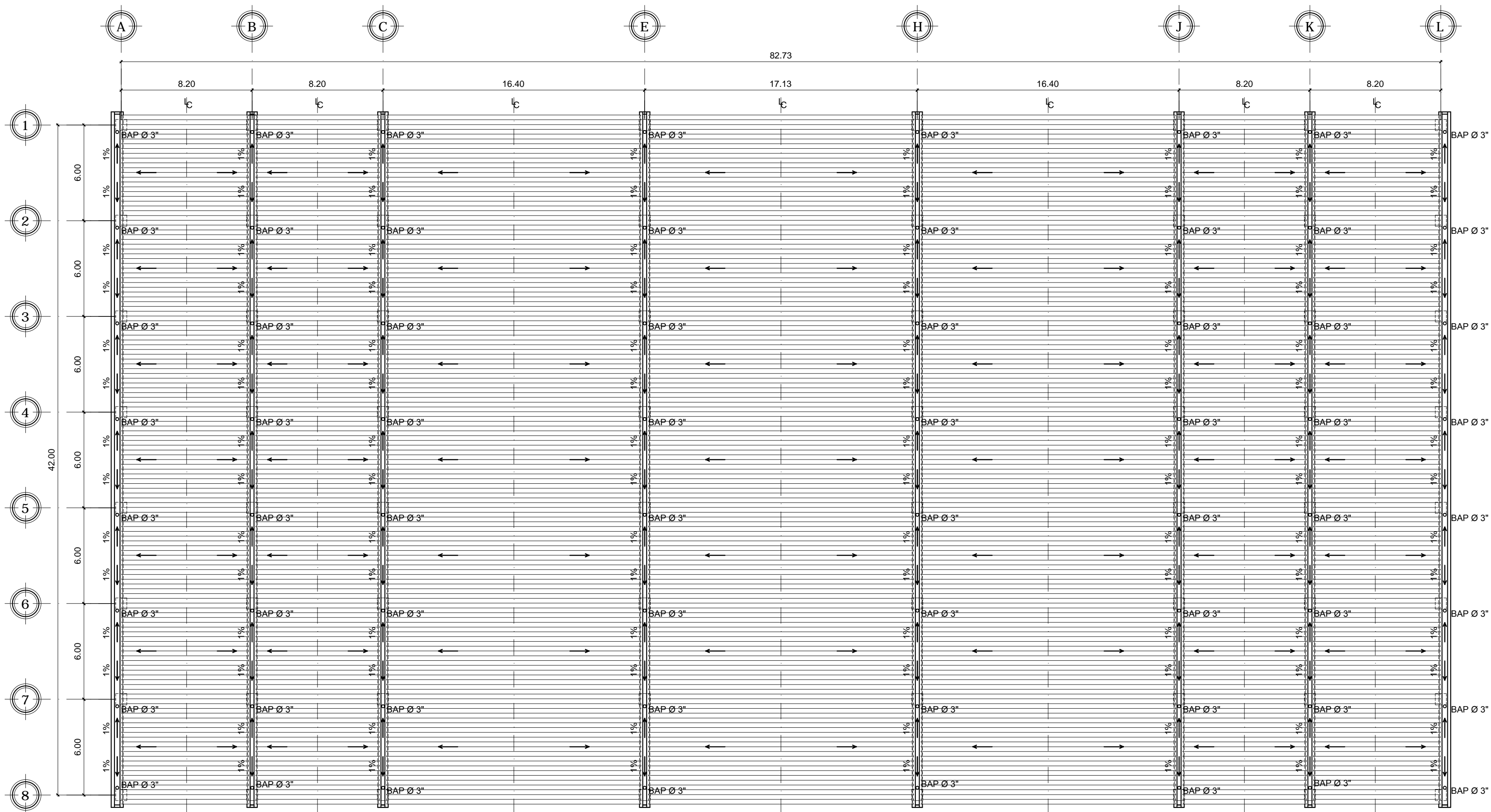
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPÁN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

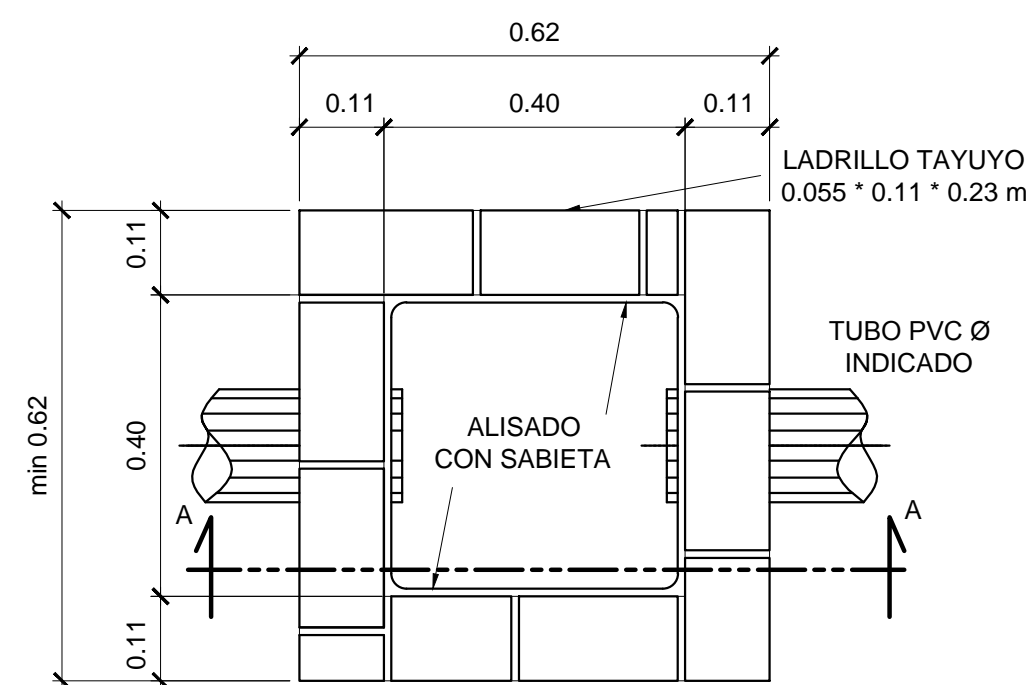
PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
PLANTA GENERAL DE DRENAJE PLUVIAL

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 80 86
FECHA: MAYO DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO

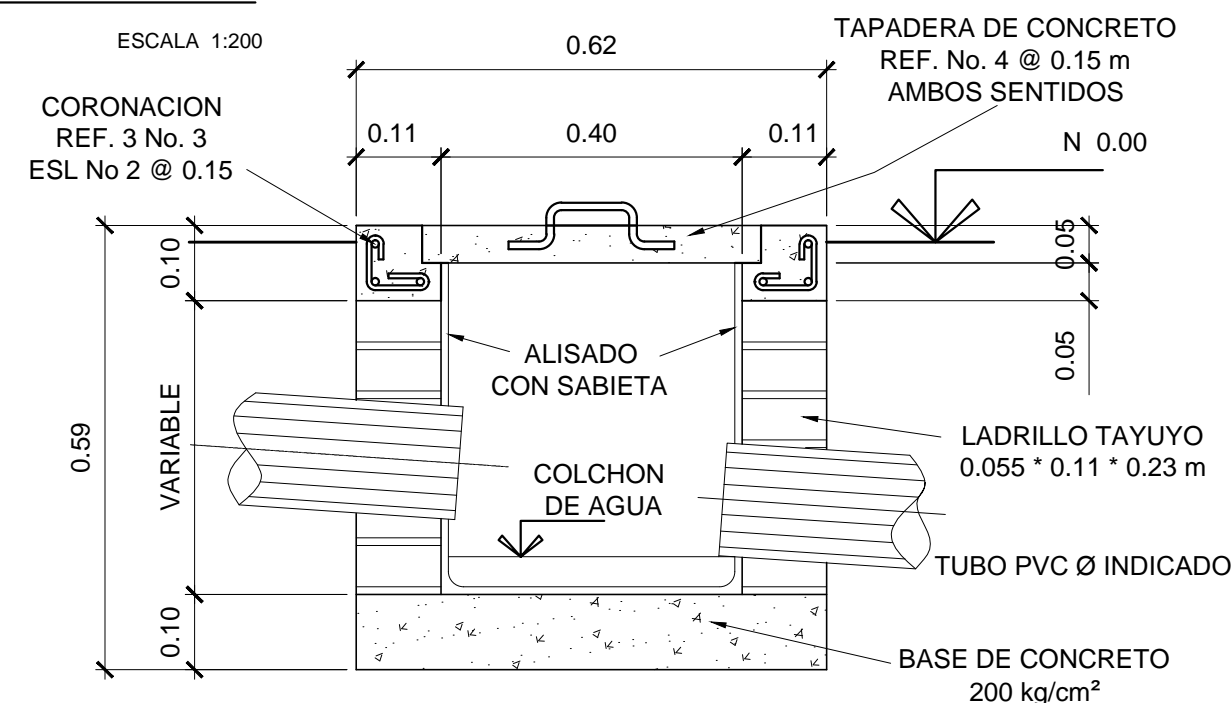


PLANTA DE TECHO Y BAJADAS DE AGUA PLUVIAL



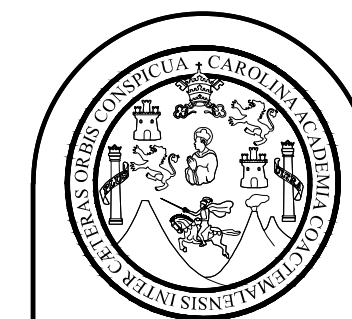
CAJA UNION Y REGISTRO

ESCALA 1:10



SECCION A-A

ESCALA 1:10



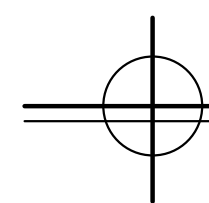
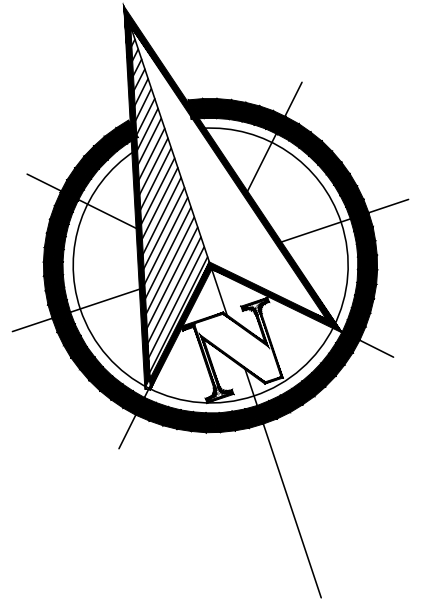
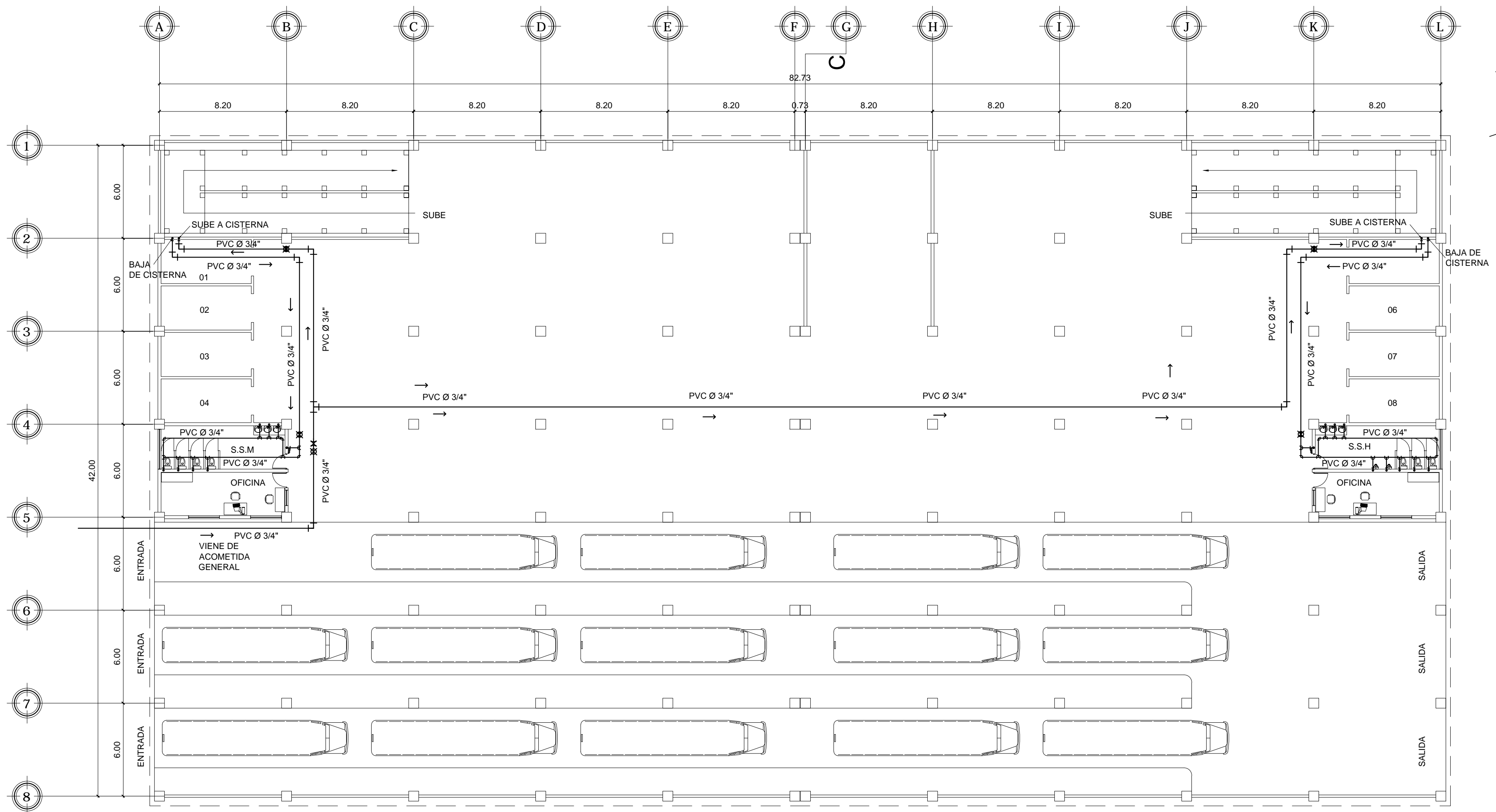
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
PLANTA DE BAJADAS DE AGUA PLUVIAL

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 81
FECHA: MAYO DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO

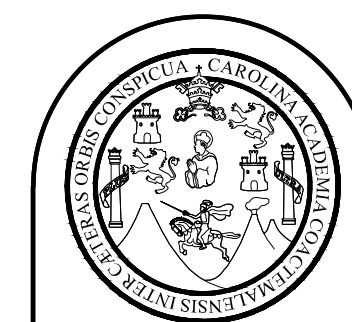


PLANTA DE INSTALACION HIDRULICA

ESCALA 1:200

SIMBOLOGIA DE PLOMERIA

—	TUBERIA PVC Ø INDICADO
┐	CODO A 90° VERTICAL
┌	TEE A 90° HORIZONTAL
⌒	CHORRO
└	CODO A 90° HORIZONTAL
→	INDICA DIRECCION DEL AGUA
⊗	LLAVE DE PASO
⊘	LLAVE DE COMPUERTA
⊕	VALVULA DE CHEQUE



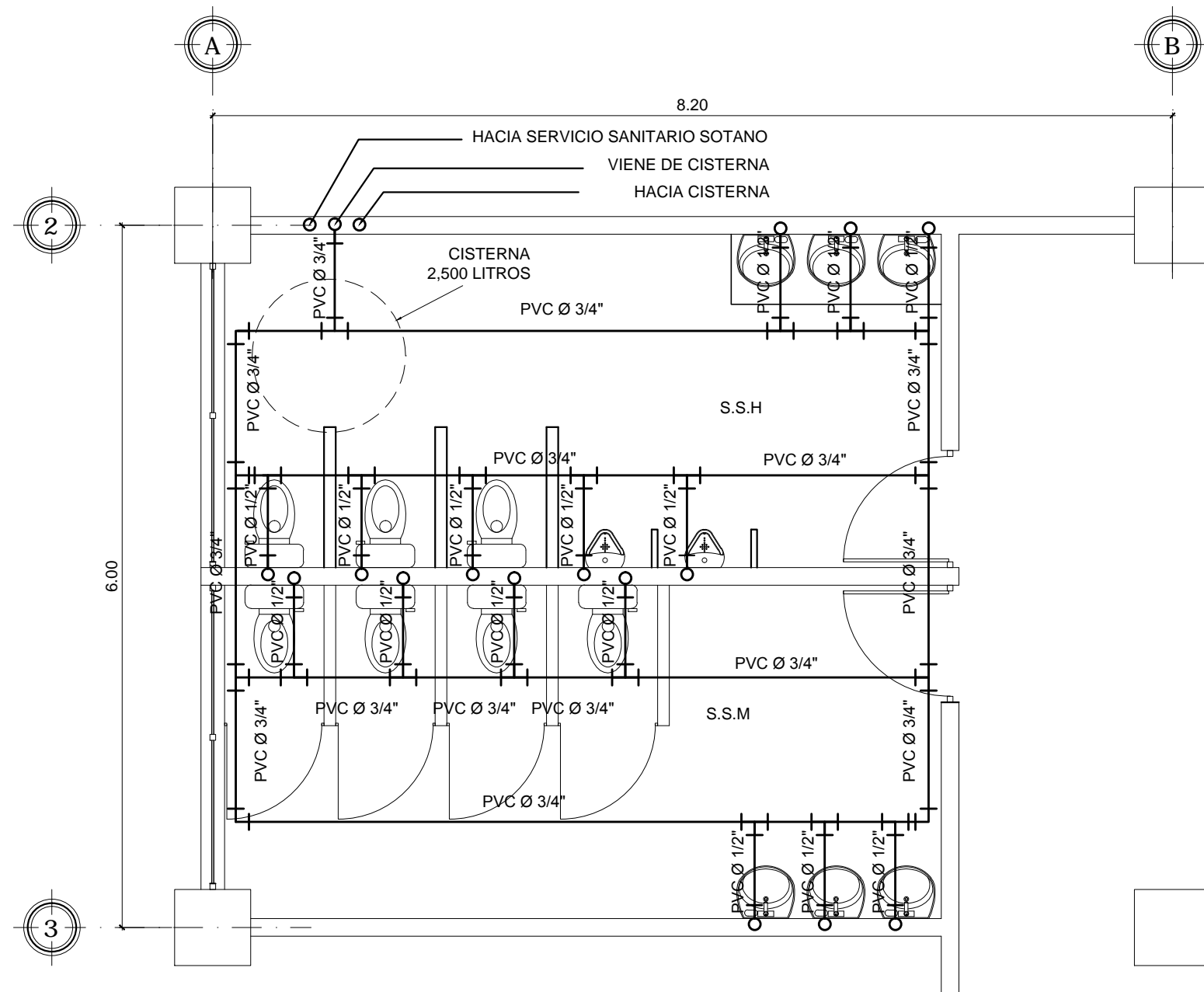
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
PLANTA DE INSTALACION HIDRAULICA

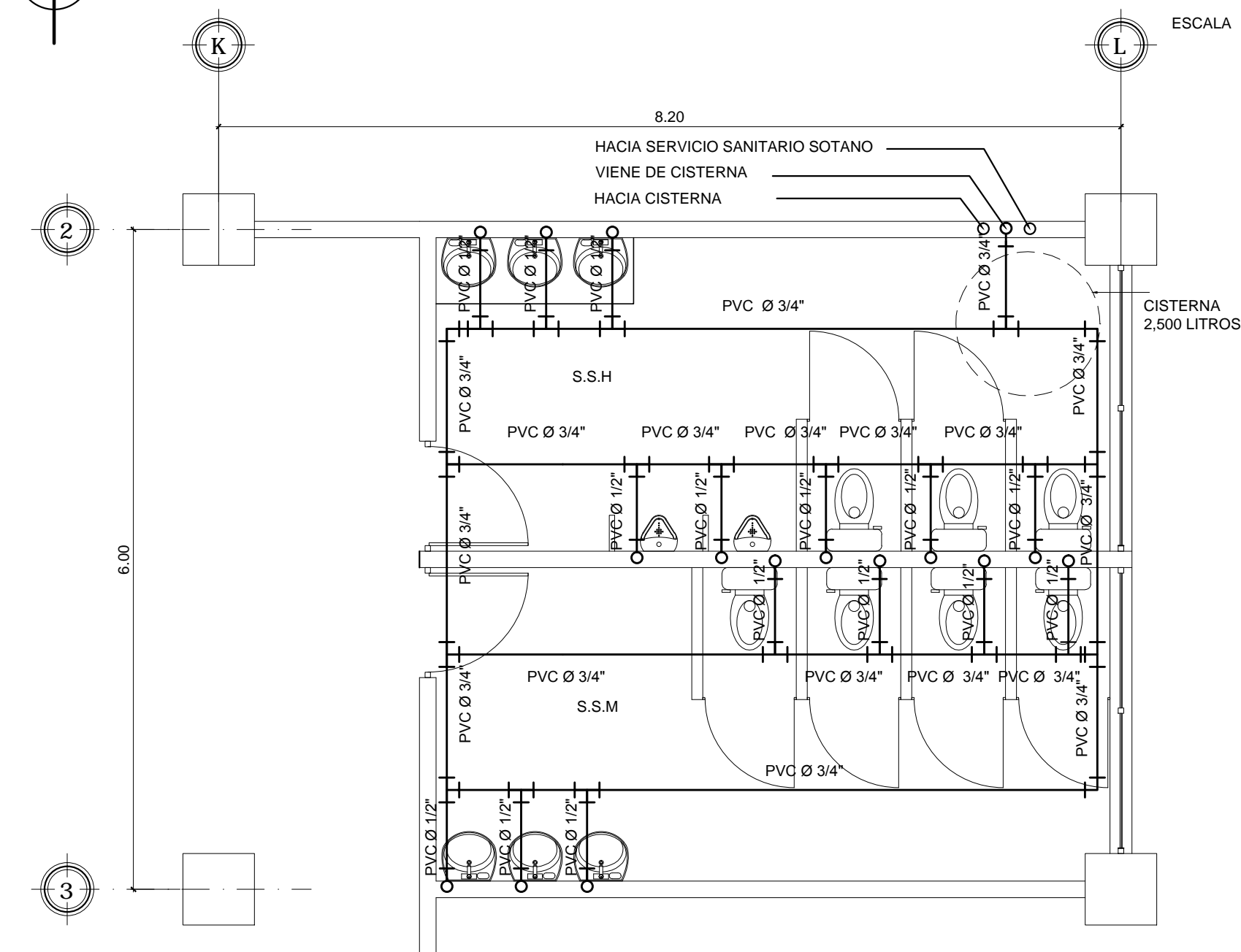
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 82
FECHA: JUNIO DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



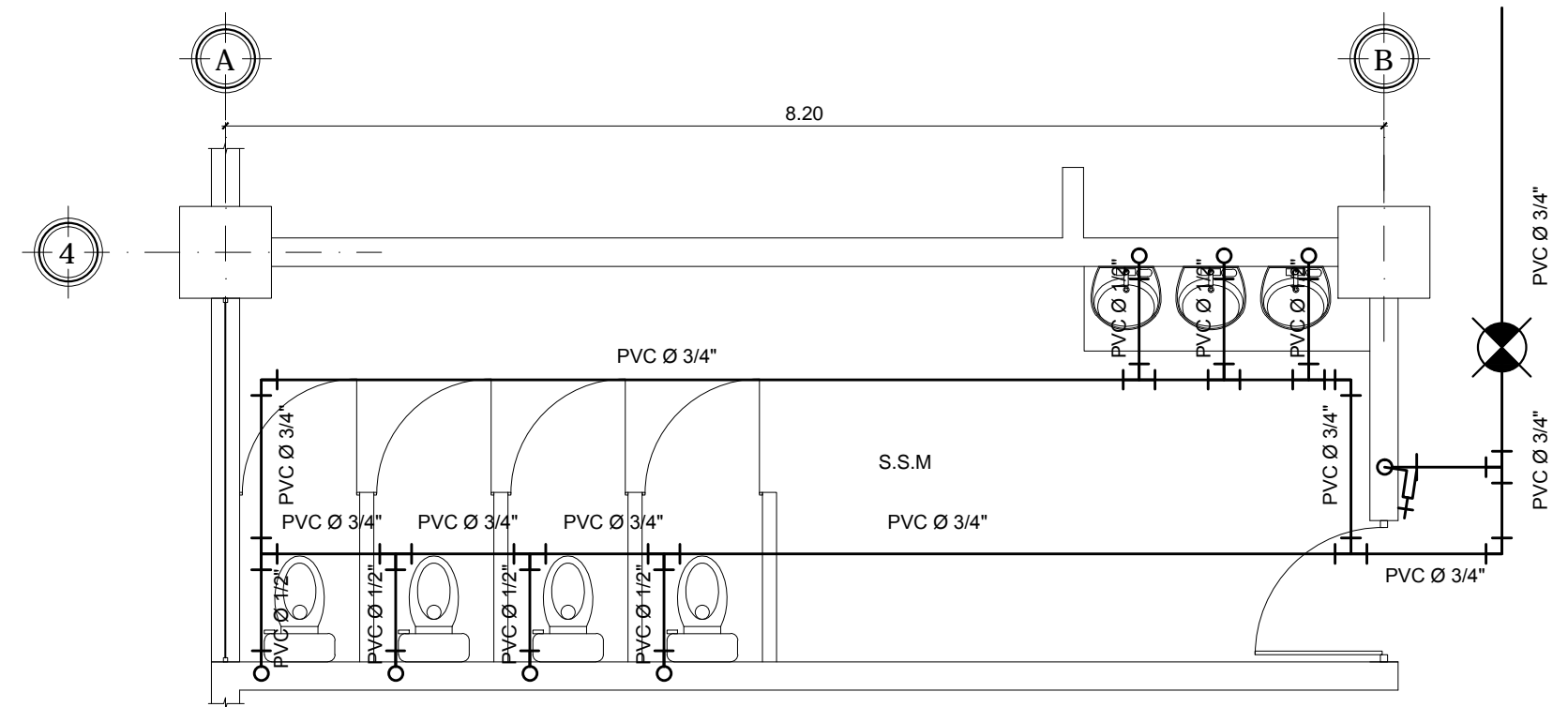
DETALLE INSTALACION HIDRAULICA SANITARIO LOCALES

ESCALA 1:50



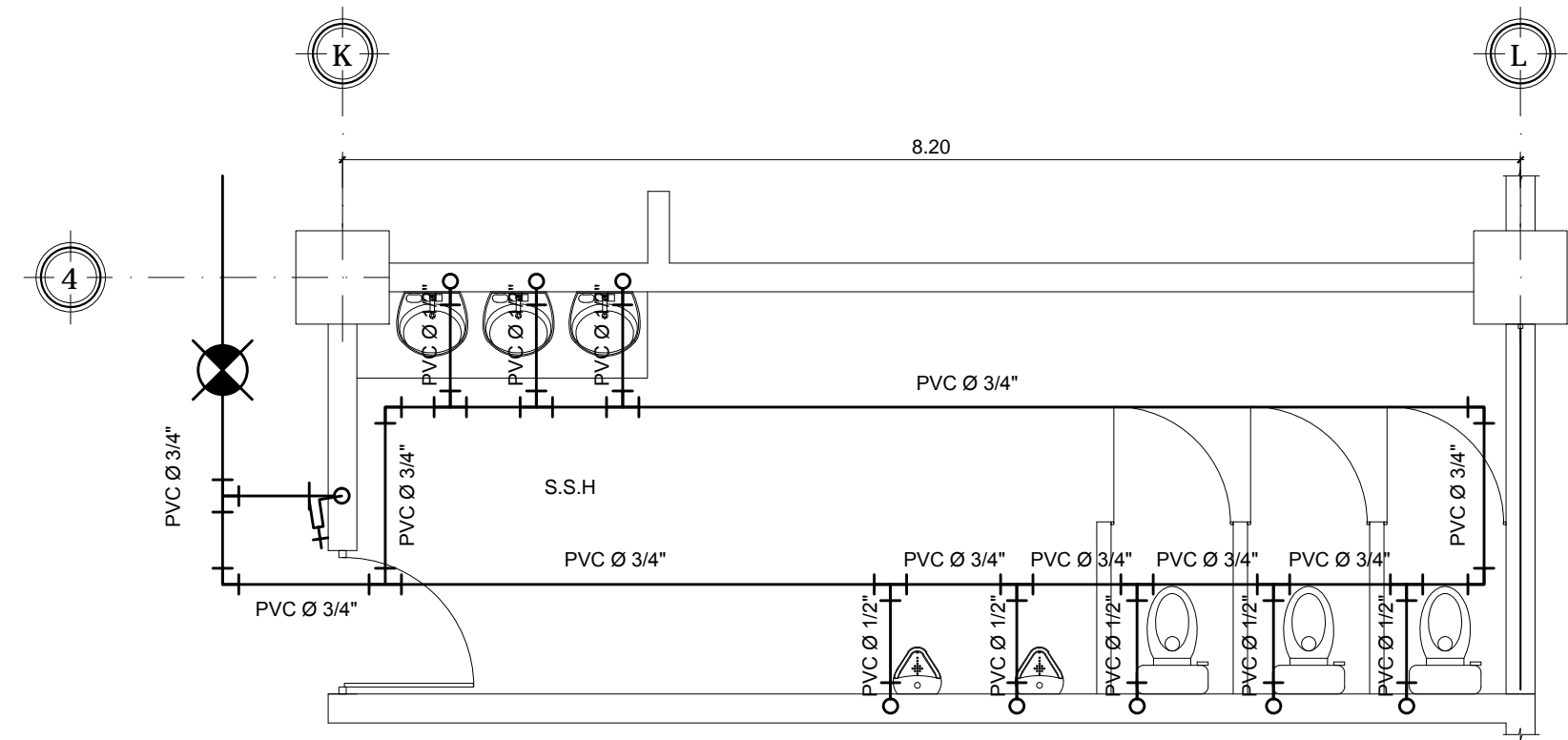
DETALLE INSTALACION HIDRAULICA SANITARIO LOCALES

ESCALA 1:50



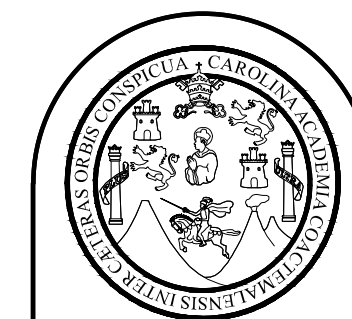
DETALLES INSTALACION HIDRAULICA SANITARIO SOTANO

ESCALA 1:50



DETALLES INSTALACION HIDRAULICA SANITARIO SOTANO

ESCALA 1:50



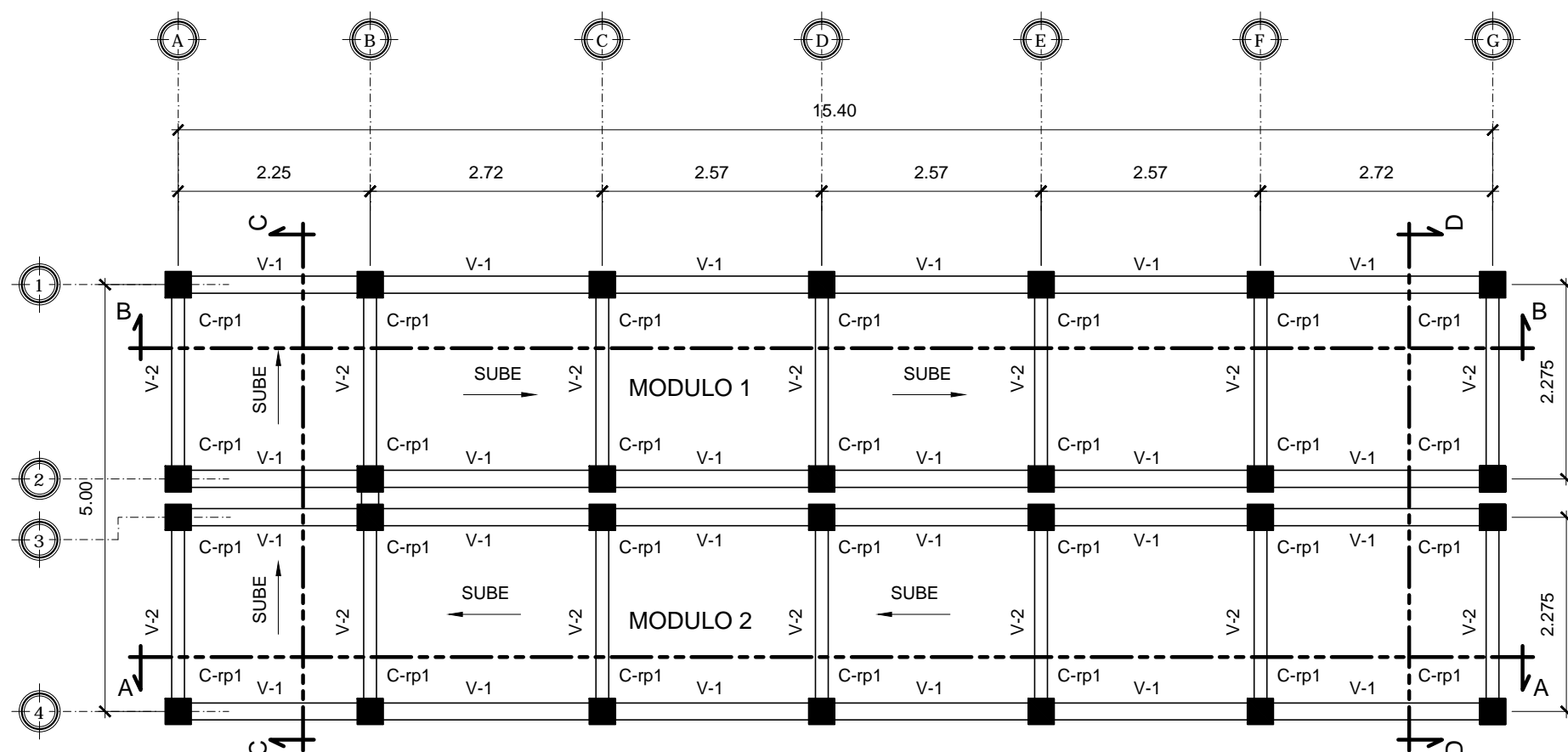
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
DETALLES DE INSTALACION HIDRAULICA

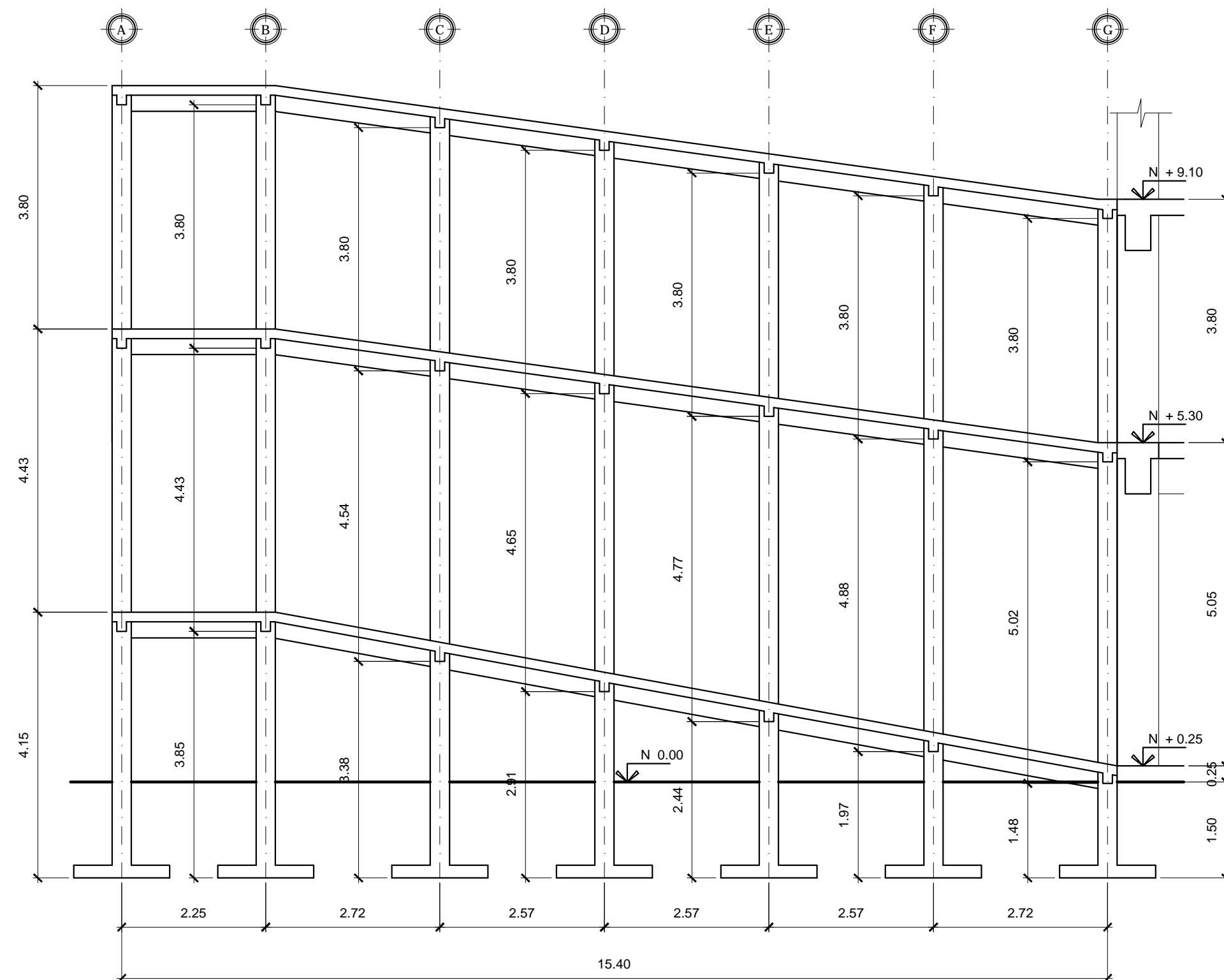
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 83
FECHA: JUNIO DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



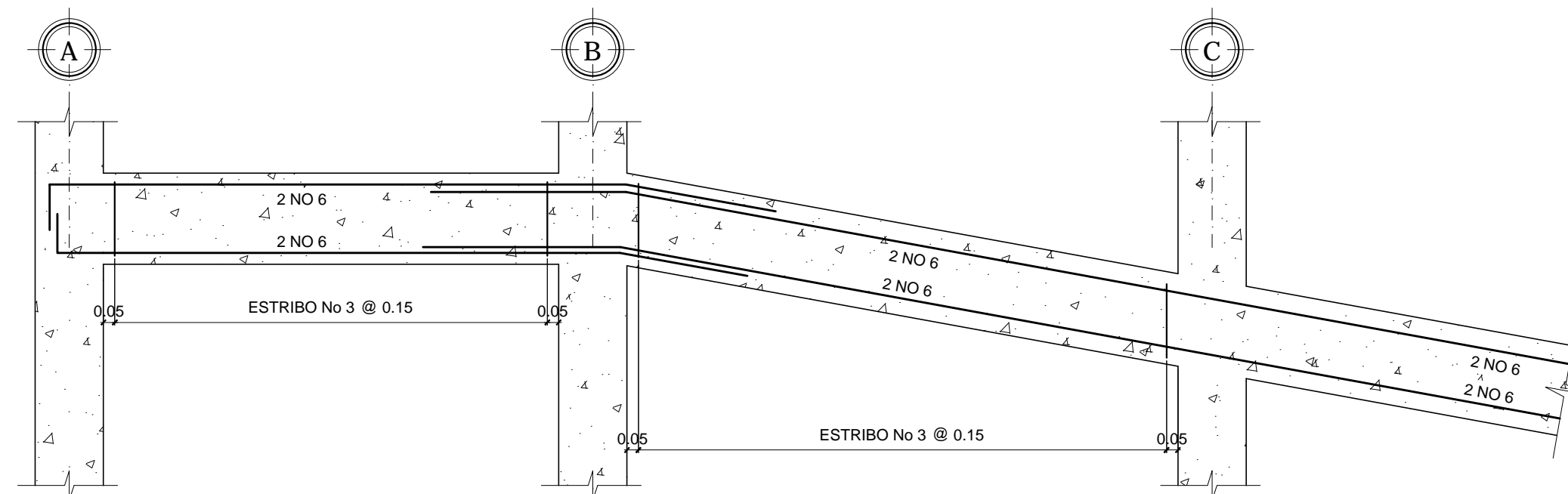
PLANTA RAMPA PEATONAL

ESCALA 1:75



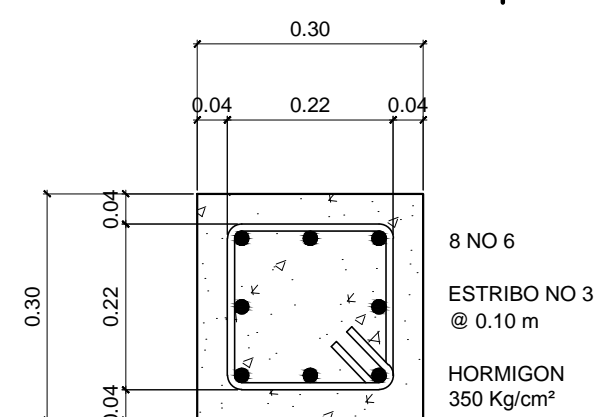
SECCION A-A

ESCALA 1:75



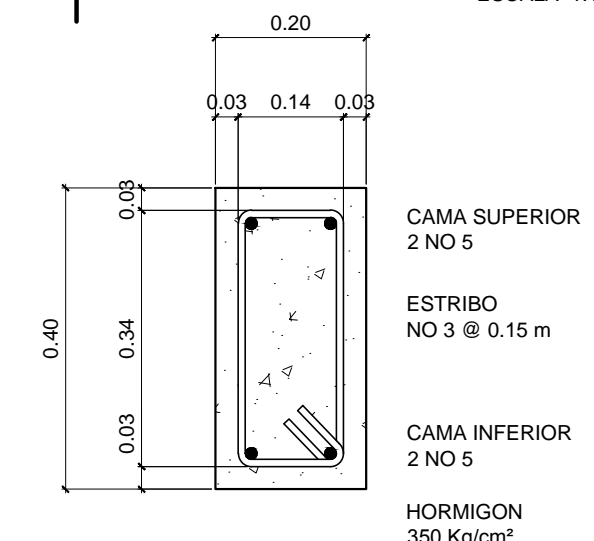
DETALLE DE ARMADO VIGA V-1

ESCALA 1:25



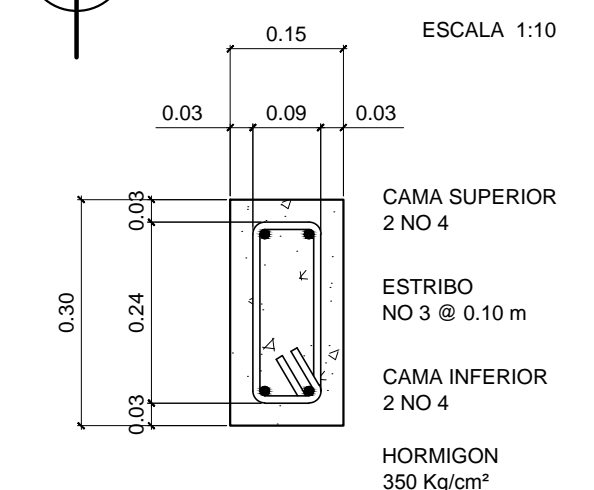
COLUMNA C-rp1

ESCALA 1:10



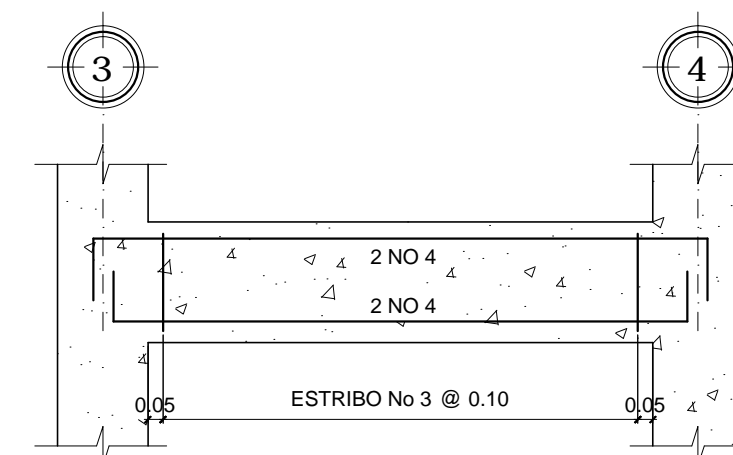
VIGA V-1

ESCALA 1:10



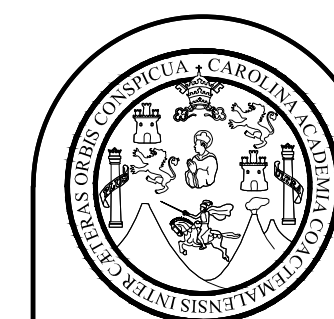
VIGA V-2

ESCALA 1:10



DETALLE DE ARMADO VIGA V-2

ESCALA 1:25



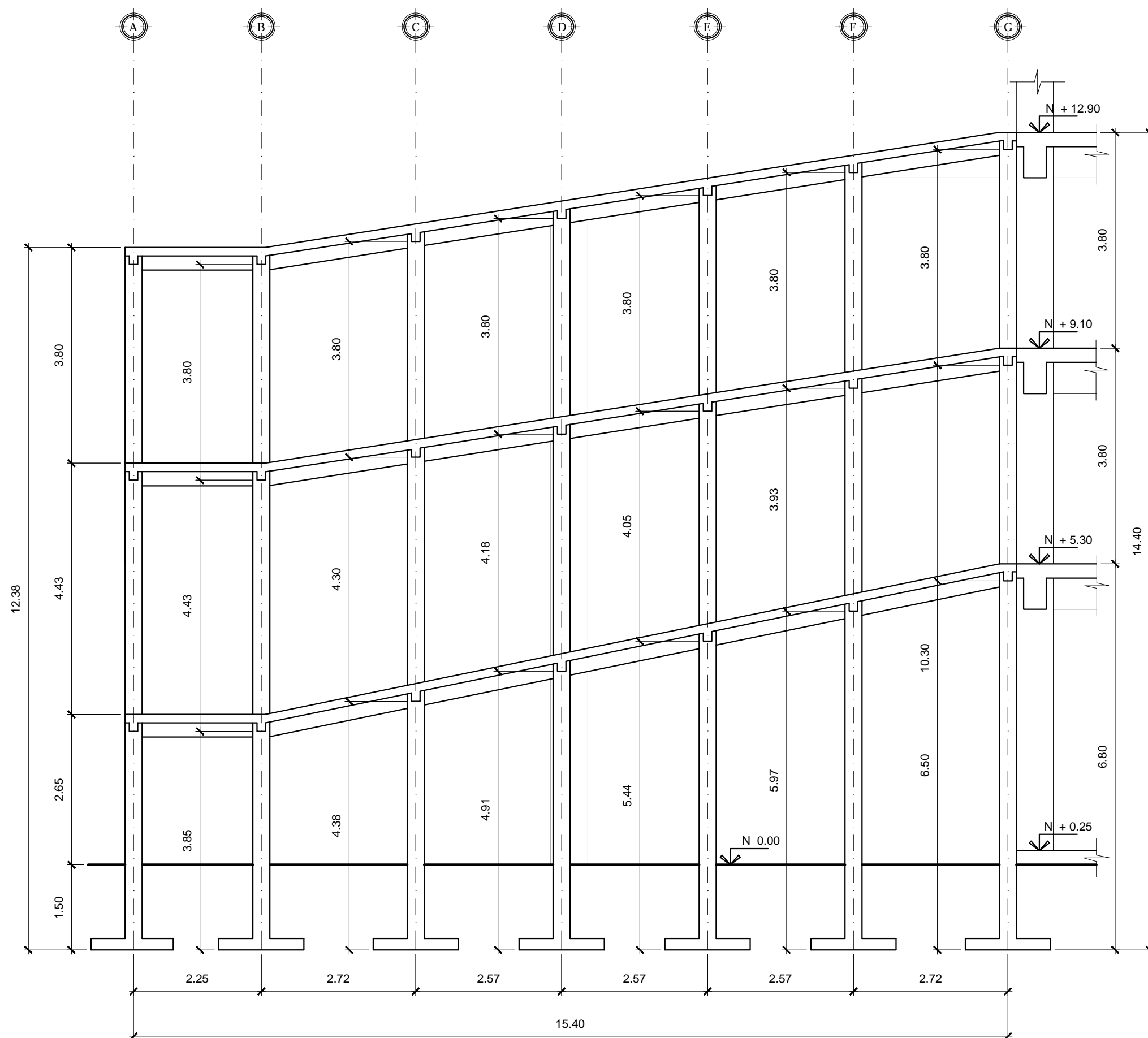
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

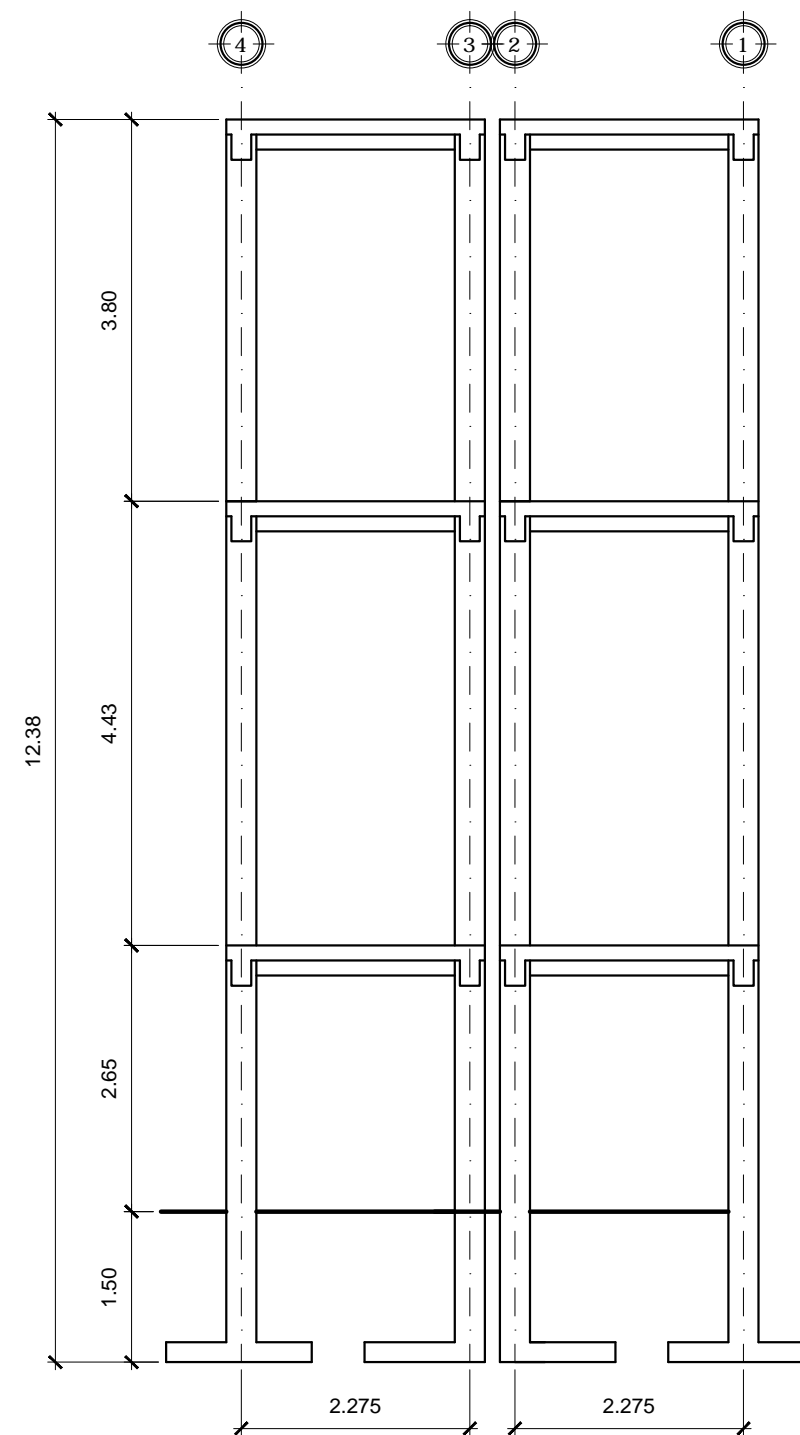
PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
RAMPA PEATONAL

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 84
FECHA: JUNIO DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

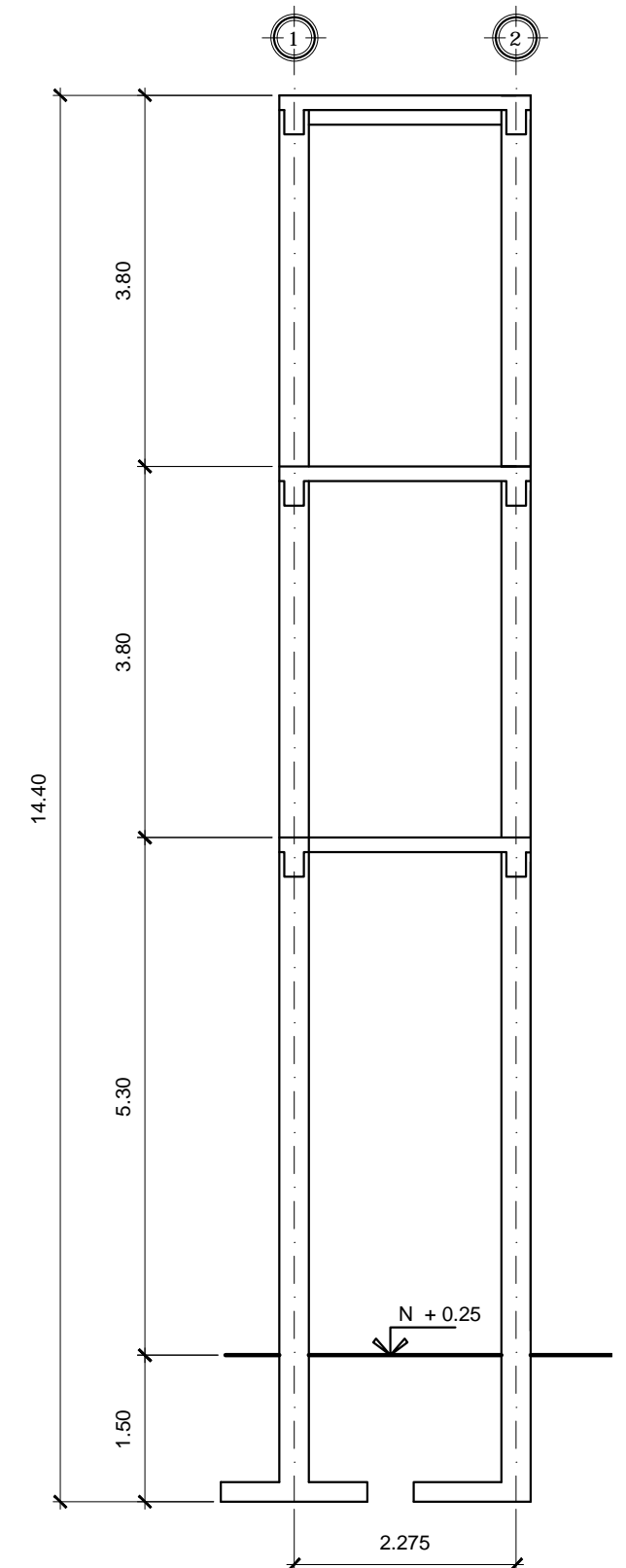
Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



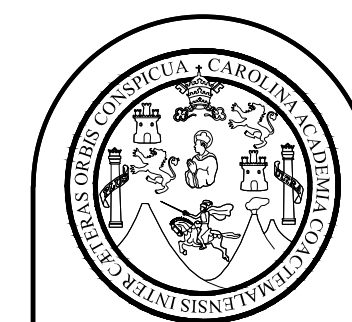
SECCION B-B
ESCALA 1:75



SECCION C-C
ESCALA 1:75



SECCION D-D
ESCALA 1:75



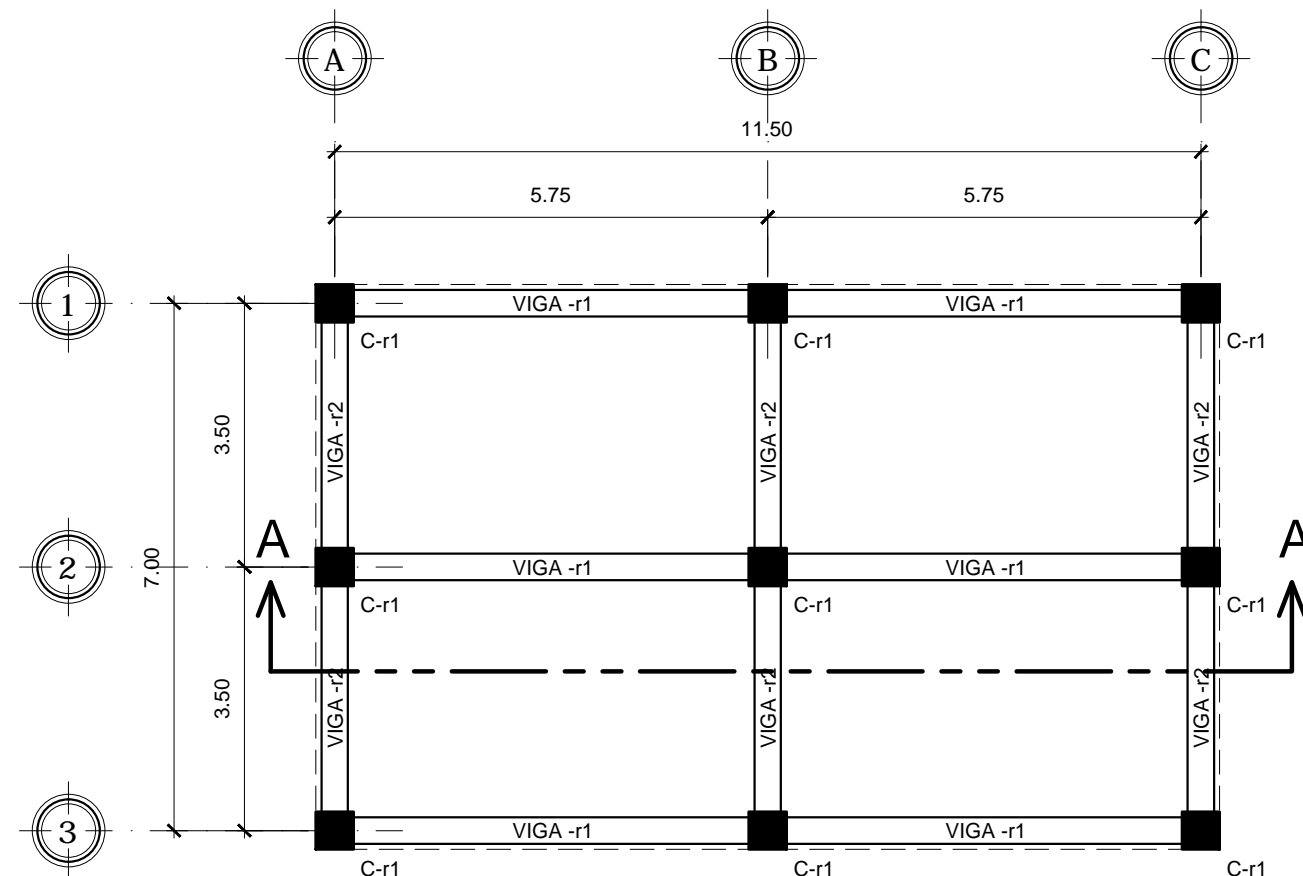
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
SECCIONES DE RAMPA PEATONAL

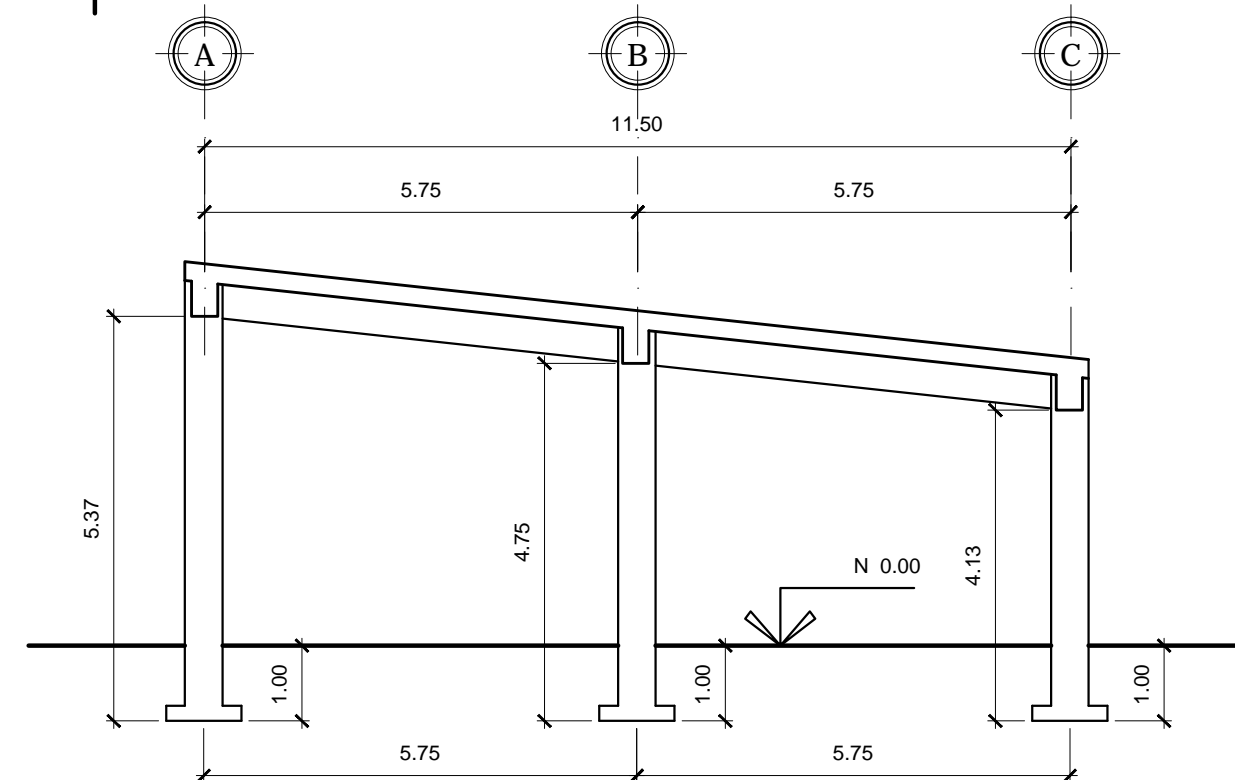
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 85
FECHA: JUNIO DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO



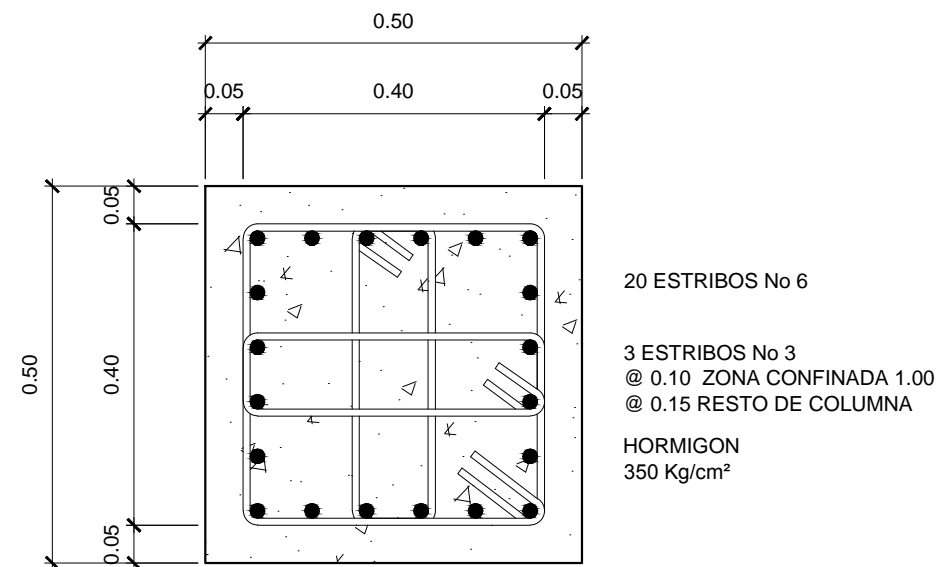
PLANTA DE RAMPA VEHICULAR

ESCALA 1:100



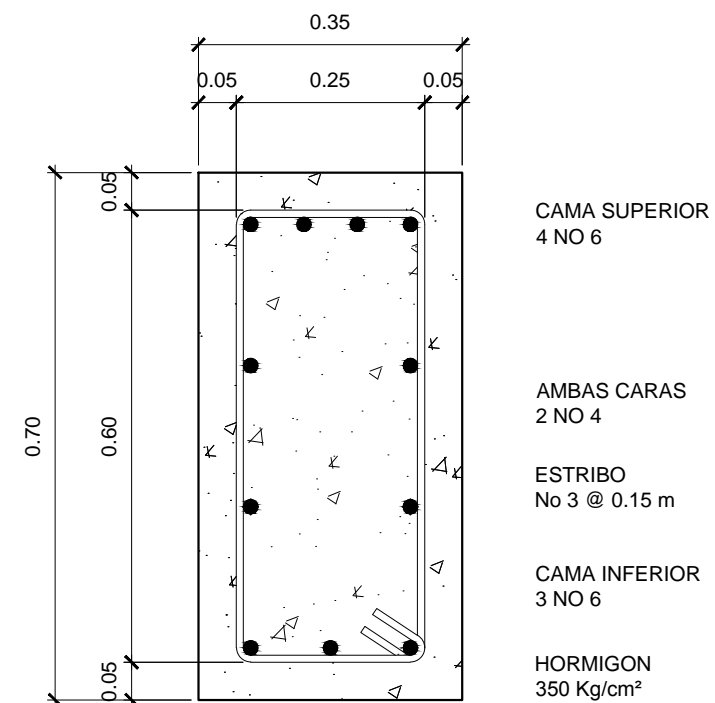
SECCION A-A, RAMPA VEHICULAR

ESCALA 1:100



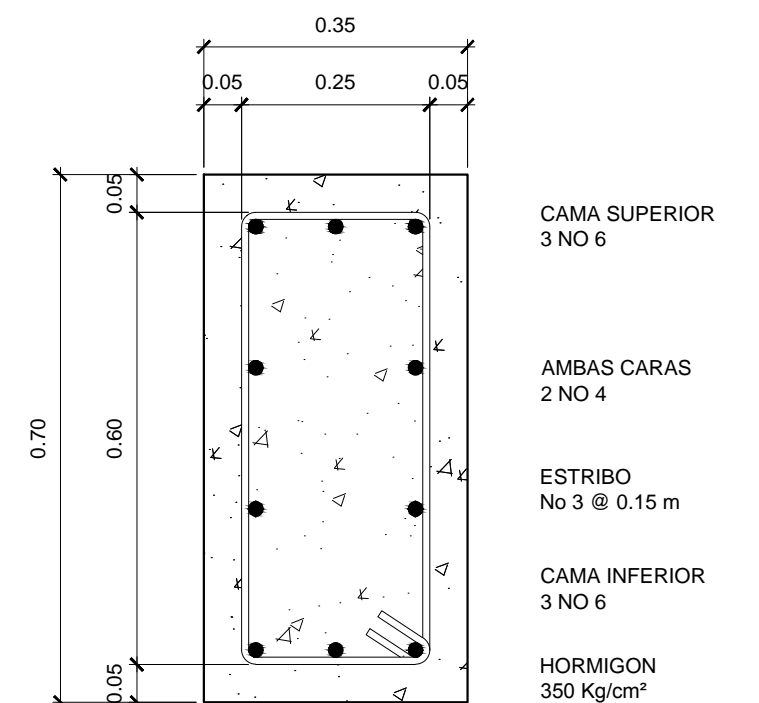
COLUMNA C-r1

ESCALA 1:10



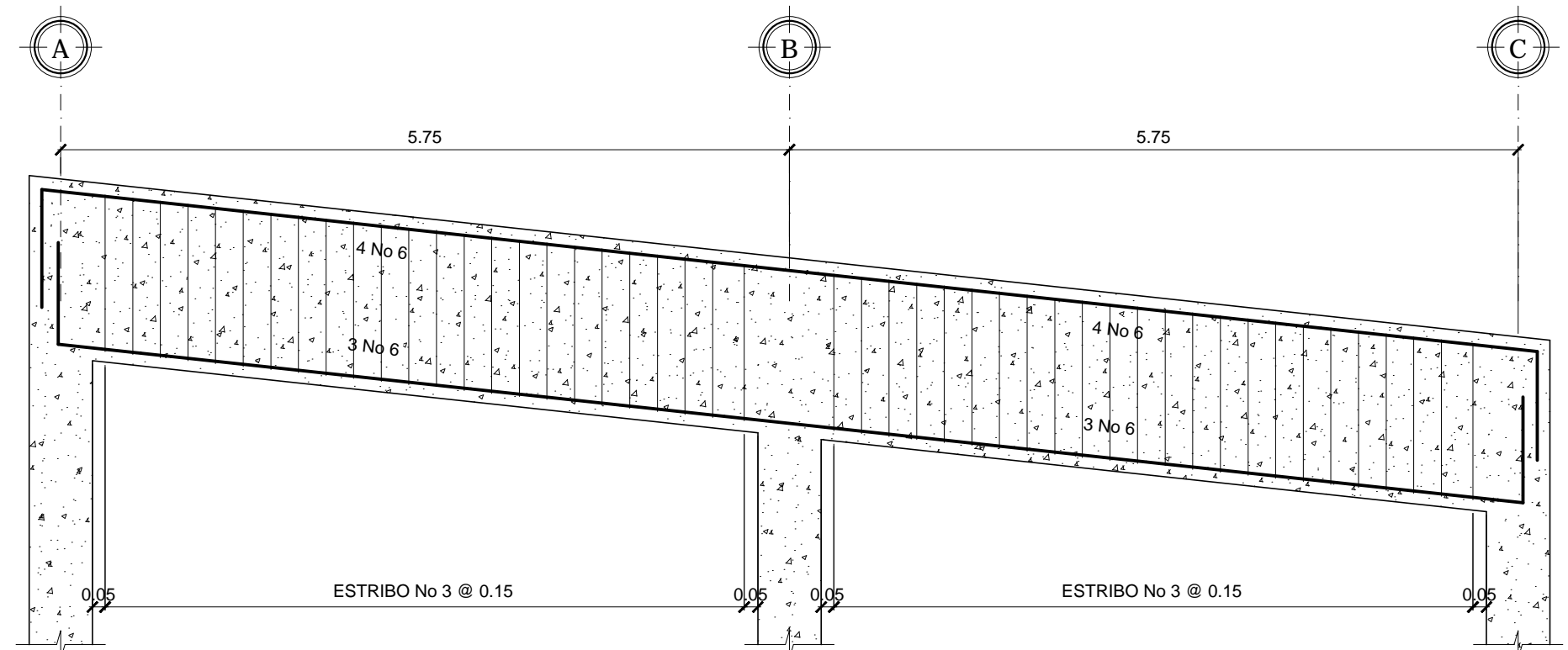
SECCION A-A, VIGA - r1

ESCALA 1:10



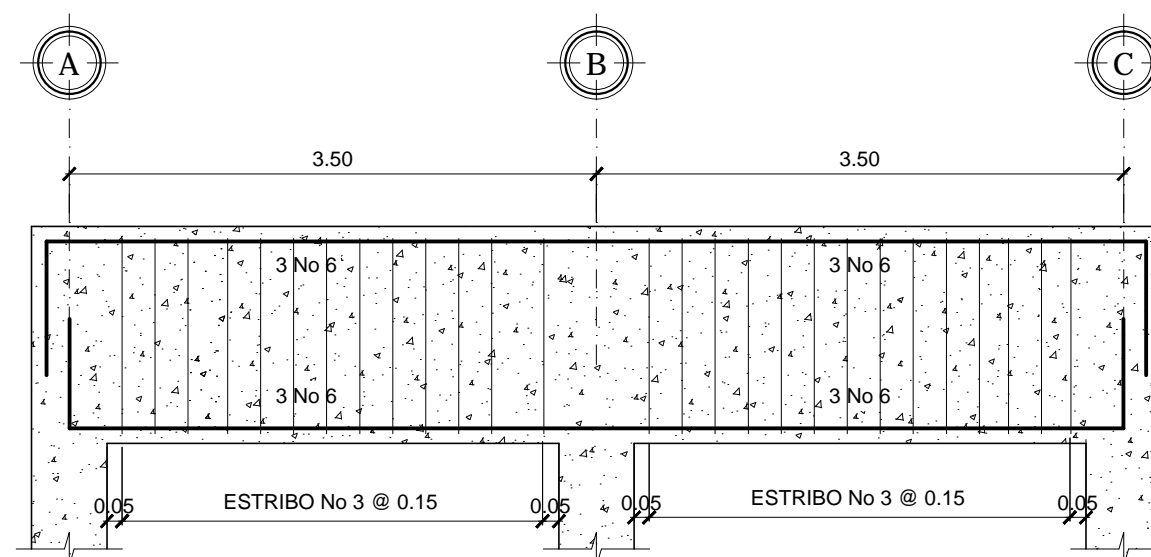
SECCION A-A, VIGA - r2

ESCALA 1:10



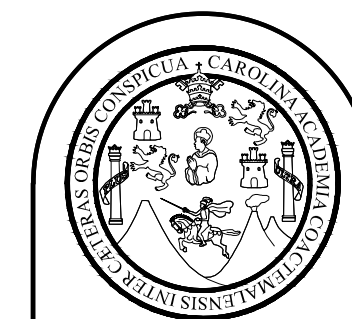
VIGA - r1

ESCALA HORIZONTAL 1:50
ESCALA VERTICAL 1:25



VIGA - r2

ESCALA HORIZONTAL 1:50
ESCALA VERTICAL 1:25



FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2013
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO
TOTONICAPAN
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO:
EDIFICIO DE CUATRO NIVELES PARA LA CENTRAL DE MAYOREO
PLANO DE:
RAMPA VEHICULAR

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	HOJA 86
FECHA: JUNIO DE 2015	DIBUJO: ALBERTO ALEJANDRO TIZOL GARCIA	86

Ing. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO

ANEXOS

Anexo 1. Factores de capacidad de carga de Terzaghi

▼ TABLA 3.1 Factores de capacidad de carga de Terzaghi; ecuaciones (3.4), (3.5) y (3.6)

ϕ	N_c	N_q	N_γ^a	ϕ	N_c	N_q	N_γ^a
0	5.70	1.00	0.00	26	27.09	14.21	9.84
1	6.00	1.1	0.01	27	29.24	15.90	11.60
2	6.30	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.70
3	6.62	1.35	0.06	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.10	30	37.16	22.46	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.20	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2.00	0.27	33	48.09	32.23	31.94
8	8.60	2.21	0.35	34	52.64	36.50	38.04
9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69	37	70.01	53.80	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.50	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52	41	106.81	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	14.60	5.45	2.18	43	134.58	126.50	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.60
19	16.56	6.70	3.07	45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31	47	224.55	241.80	512.84
22	20.27	9.19	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6.00	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.40	7.08	50	347.50	415.14	1072.80
25	25.13	12.72	8.34				

*Según Kumbhojkar (1993)

Fuente: DAS, Braja M. Principios de Ingeniería de cimentaciones. p. 158.

